

PAULO ALBERTO SILVA DA COSTA

**ALIMENTAÇÃO, CICLO REPRODUTIVO E ASSOCIAÇÃO DE
LOLIGO SANPAULENSIS BRAKONIECKI, 1984 (CEPHALOPODA :
LOLIGINIDAE) COM A ICTIOFAUNA DEMERSAL NA PLATAFORMA
COSTEIRA DO CABO FRIO, RJ.**

Banca examinadora:

Dr Arnaldo C.dos Santos Coelho
Museu Nacional (UFRJ)

Dr. Jean Louis Valentin
Depto. de Biologia Marinha, Instituto de Biologia
(UFRJ)

Dr. Manuel Haimovici
Depto. de Oceanografia (FURG)

Rio de Janeiro, 24 de fevereiro de 1994.

**Trabalho realizado no setor de Oceanografia Biológica do Instituto de Estudos do Mar Alte
Paulo Moreira - IEAPM/DHN**

ORIENTADOR:

Dr. Flavio da Costa Fernandes (IEAPM)

Instituto de Estudos do Mar Alte Paulo Moreira

Rio de Janeiro, 24 de fevereiro de 1994.

Costa, Paulo Alberto Silva da, 1962 -

ALIMENTAÇÃO, CICLO REPRODUTIVO E ASSOCIAÇÃO DE *Loligo sanpaulensis* BRAKONIECKI, 1984 (CEPHALOPODA : LOLIGINIDAE) COM A ICTIOFAUNA DEMERSAL NA PLATAFORMA COSTEIRA DO CABO FRIO. Rio de Janeiro, UFRJ, Museu Nacional, 1994.

Tese: Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

1. *Loligo sanpaulensis* 2. Bioecologia 3. Cabo Frio
4. Ressurgência 4. Teses

I. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Museu Nacional

II. Teses

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
AMOSTRAGEM.....	4
ESTUDO DA REPRODUÇÃO.....	5
ESTUDO DA ALIMENTAÇÃO.....	6
ASSOCIAÇÕES.....	7
TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	8
RESULTADOS.....	9
CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS.....	9
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA.....	10
COMPOSIÇÃO DE TAMANHOS.....	11
RELAÇÃO PESO-COMPRIMENTO.....	11
REPRODUÇÃO.....	12
DESENVOLVIMENTO GONADAL.....	12
COMPRIMENTO MÉDIO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO SEXUAL	14
SAZONALIDADE NA REPRODUÇÃO.....	15
ALIMENTAÇÃO.....	16
DIETA E ONTOGENIA ALIMENTAR.....	17
ATIVIDADE SAZONAL NA ALIMENTAÇÃO.....	18
ASSOCIAÇÃO COM A ICTIOFAUNA.....	19
ANÁLISE DE AGRUPAMENTO.....	20

DISCUSSÃO.....	22
CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS.....	23
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA.....	23
CICLO REPRODUTIVO.....	25
ALIMENTAÇÃO.....	29
ASSOCIAÇÃO COM A ICTIOFAUNA.....	31
CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

RESUMO

A alimentação o ciclo reprodutivo e as associações de *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984, com a ictiofauna demersal da região costeira de Cabo Frio foram analisadas com base em dados obtidos pelo N.Oc SubOficial Oliveira (DHN), entre novembro de 1986 e outubro de 1988. Durante este período foram realizados 71 arrastos de fundo, cobrindo 24 meses consecutivos de amostragem sobre as isóbatas de 30, 45 e 60 metros de profundidade, utilizando-se uma rede de portas tipo otter-trawl, com 8.0 metros de relinga superior e 10 metros de tralha de chumbo. O tamanho da malha foi de 4.5 cm no corpo e manga e 2.5 cm no ensacador. Foram examinados 1594 exemplares, sendo registrados o comprimento dorsal do manto, peso, sexo e estádios de maturidade sexual. Dentre estes, o grau de replação do estômago e ceco digestivo foi determinado para 859 exemplares, e ainda 351 exemplares tiveram o conteúdo estomacal examinado. *Loligo sanpaulensis* ocorreu em todas as profundidades e épocas do ano, sendo registrada em 57 (80.3 %) dos 71 arrastos realizados. As médias de captura em peso (kg/h) e número (n/h) apresentaram maiores rendimentos associadas com massas de água de origem subtropical, a Água Central do Atlântico Sul, em temperaturas variando de 16 a 18°C. A relação peso-comprimento ajustou-se ao modelo potencial, sendo as declividades das retas diferentes entre machos $P = 0.00049.CM^{2.4065}$ e fêmeas $P = 0.00030.CM^{2.5436}$. Animais maduros alternaram-se espacialmente com recrutas, com picos de atividade a nível populacional. A espécie parece desovar duas vezes ao ano, no verão e no inverno, correspondendo a pelo menos dois grupos desovantes na população. Fêmeas desovadas não foram encontradas, mas massas de ovos típicas de Loliginidae ocorreram em algumas ocasiões. A alimentação de *Loligo sanpaulensis* compõe-se basicamente de peixes, crustáceos e lulas. Enquanto jovens, a predação incide mais severamente sobre eufáusiáceos. Conforme os animais crescem e maturam, a dieta passa a peixes e cefalópodes. A atividade alimentar intensifica-se conjuntamente com o tamanho, até o comprimento médio de primeira maturação sexual (L_{50}), diminuindo em animais maiores. Os períodos de maior atividade alimentar não estiveram diretamente associados à época do ano, e sim aos ciclos de produtividade planctônica, pelo que se depreende da relação entre as maiores proporções de cecos cheios e as menores médias de temperatura. *Loligo sanpaulensis* associou-se positivamente com *Trachurus lathami* Nichols, 1920, *Mullus argentinae* Hubbs & Marini, 1935 e *Merluccius hubbsi* Marini, 1933. A esta associação atribuiu-se a utilização de recursos semelhantes como um dos possíveis fatores de agrupamento. A principal associação, formada por *Loligo sanpaulensis*, *Merluccius hubbsi*, *Lophius gastrophysus* Ribeiro, 1915, *Porichthys porosissimus* (Valenciennes, 1837) e *Dules auriga* Cuvier, 1829, mantêve-se durante os dois ciclos anuais de amostras em um nível de coincidência de 0.6. A estas espécies, agregam-se sazonalmente *Trachurus lathami*, *Percophis brasiliensis* Quoy & Gaimard, 1824, *Mullus argentinae* e *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758), de acordo com a intensidade e duração dos eventos de ressurgência.

ABSTRACT

The reproduction and feeding of *Loligo sanpaulensis* Brakonieccki, 1984 and its relationship with demersal fish assemblages was studied from specimens collected in the continental shelf off Cabo Frio region (23°S 42°W). A total of 71 samples were taken aboard the R/V "Suboficial Oliveira" between November 1986 and October 1988, using an otter-trawl with 10 m footrope and a 25 mm cod-end mesh size, towed over 30, 45 and 60 m isobaths. The dorsal mantle length, total weight, sex and maturity stages were recorded from 1594 specimens. The degree of stomach and digestive caecum fulness were examined on 859 specimens and 351 squids had their stomach contents analysed. *Loligo sanpaulensis* occurred over the shelf in all seasons, with a mean catch of 39.2 ind/hour trawling. Best yields were obtained at 45 m depth with an average catch of 116 ind/h during the two years of sampling. Both abundance indicators (kg/h and ind/h) were markedly associated with the upwellings of Subtropical waters, namely South Atlantic Central Water, at temperatures between 16°C and 18°C. Length-weight relationships were different among males $P = 0.00049 \text{ CM}^{2.4065}$ and females $P = 0.00030 \text{ CM}^{2.5436}$. Recruits and mature animals alternated temporal and spatially. Indirect evidence suggests that a migratory pattern may be involved in the reproductive cycle. The variation of the gonadosomatic index indicated that the population undergoes two broad periods of sexual maturation along the year. The onset of maturation begins in April and October, reaching a maximum around August and February, respectively. Spawning is likely to take place in late summer and during winter. Spent females were not found, although egg masses occurred in several occasions at 30 meters. Stomach contents analysis showed that fish, planktonic crustaceans (eufausids) and squids were taken as food. Crustaceans were more frequent in juveniles and sub adults, while fish was the principal prey in adults. The feeding intensity increased with size up to the length of first maturity, declining at greater sizes. Feeding activity was associated with the more productive subtropical water and lower temperatures. Positive covariation was found between *L. sanpaulensis* and *Trachurus lathami* and *Mullus argentinae*. Cluster analysis applied to the species and stations data revealed that temperatures and depth were important factors affecting the assemblages. The main species association formed by *L. sanpaulensis*, *Merluccius hubbsi*, *Lophius gastrophysus*, *Porichthys porosissimus* and *Dules auriga* remained the same during the two periods of study, at a 0.6 coincidence level. Seasonally, *Trachurus lathami*, *Percophis brasiliensis*, *Mullus argentinae* and *Pagrus pagrus* integrated the main association, according to the intensity of the upwelling events.

LISTA DE TABELAS

1	Desembarques (em toneladas) de lulas e polvos registrados nas estatísticas da região Sudeste-Sul do Brasil entre 1979 e 1987.....	44
2	Descrição dos estádios de maturação sexual de <i>Loligo sanpaulensis</i>	45
3	Regressões entre diversos órgãos do aparelho reprodutivo e o comprimento do manto para machos e fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i>	46
4	Teste dos coeficientes de inclinação da regressão comprimento-peso para machos e fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i>	47
5	Número de exemplares analisados e amplitude de variação em peso e comprimento dos órgãos do aparelho reprodutivo utilizados para o estudo de maturidade sexual de <i>Loligo sanpaulensis</i>	48
6	Frequência de animais classificados de acordo com os estádios de maturidade sexual e valores médios dos índices gonadossomáticos de <i>Loligo sanpaulensis</i> por classes de comprimento do manto.....	49
7	Estimativas de comprimento médio de primeira maturação gonadal em fêmeas e machos de <i>Loligo sanpaulensis</i> na região sudeste-sul do Brasil.....	50
8	Número de exemplares, percentual em frequência de ocorrência, biomassa acumulada, e CPUE médio (kg/h) das espécies de peixes e cefalópodes que foram registrados na plataforma costeira de Cabo Frio, RJ.....	51
9	Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as espécies que apresentaram covariação significativa com <i>Loligo sanpaulensis</i>	52
10	Presença de lulas costeiras (<i>Loligo spp</i>) em conteúdos estomacais de alguns teleósteos em Cabo Frio e no sul do Brasil.....	53

LISTA DE FIGURAS

1	<i>Loligo sanpaulensis</i> Brakoniecki, 1984.....	54
2	Área de Cabo Frio, mostrando a região onde foram realizados os arrastos e as estações oceanográficas.....	55
3	Plotagem das médias mensais dos componentes de vento registrados pelo sistema de coletas de dados meteorológicos do IEAPM entre novembro de 1986 e outubro de 1988.....	56
4	Diagrama T-S de todas as estações oceanográficas obtidas na região de Cabo Frio entre novembro de 1986 e outubro de 1988, onde estão classificadas os tipos de massas d'água presentes durante os arrastos.....	57
5	Variação mensal da temperatura de fundo de acordo com a profundidade de arrasto.....	58
6	Capturas médias e intervalos de confiança de <i>Loligo sanpaulensis</i> em kg/h de arrasto agrupados de acordo com temperatura de fundo nos 71 lances de pesca.....	59
7	Distribuição das capturas médias em kg/h e n/h de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com a profundidade de arrasto.....	60
8	Distribuição de frequências de comprimento do manto de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com a época do ano.....	61
9	Distribuição de frequências de comprimento do manto de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com a profundidade de arrasto. CM = comprimento médio do manto; n/h = captura média em indivíduos/hora de arrasto.....	62
10	Relação comprimento-peso para machos, fêmeas e juvenis de <i>Loligo sanpaulensis</i> na região de Cabo Frio.....	63
11	Variação mensal na proporção de sexos de <i>Loligo sanpaulensis</i> entre janeiro de 1987 e outubro de 1988.....	64
12	Relação entre o desenvolvimento das glândulas nidamentais e o comprimento ovário em fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i>	65
13	Relação entre o desenvolvimento das glândulas nidamentais e o comprimento do manto em fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com os estádios de maturidade sexual.....	66

14	Relação entre o desenvolvimento do testículo e o comprimento do manto em machos de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com os estádios de maturidade sexual.....	67
15	Porporções de machos e fêmeas sexualmente adultos de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com classes de índices gonadossomáticos.....	68
16	Estimativa do comprimento médio de primeira maturação sexual de machos e fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com o percentual de indivíduos com IGS > 0.3.....	69
17	Percentuais mensais de machos e fêmeas sexualmente adultos (CM > L ₅₀) e recrutas na região de Cabo Frio, entre janeiro de 1987 e outubro de 1988.....	70
18	Variação mensal do IGS médio + 95 % de confiança para machos e fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i> . IT= índice do testículo; IGN= índice da glândula nidamental.....	71
19	Distribuição de freqüências de tamanhos para machos e fêmeas de <i>Loligo sanpaulensis</i> utilizados no estudo de alimentação.....	72
20	Proporções relativas em freqüência de ocorrência percentual de peixes, crustáceos e lulas nos conteúdos estomacais de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com o comprimento do manto.....	73
21	Proporções de estômagos vazios de machos (n=164) e fêmeas (n=178) imaturos, em maturação e maturos de <i>Loligo sanpaulensis</i>	74
22	Proporções de estômagos com peixes, lulas e crustáceos em indivíduos imaturos, em maturação e maturos de <i>Loligo sanpaulensis</i>	75
23	Freqüências relativas de cecos cheios de <i>Loligo sanpaulensis</i> de acordo com o comprimento do manto.....	76
24	Variação mensal na freqüência relativa de cecos cheios de <i>Loligo sanpaulensis</i> e da temperatura de fundo na região de Cabo Frio entre 1987 e 1988.....	77
25	Dendrograma da análise de agrupamento e coeficiente de similaridade de Sörensen para as espécies de teleósteos demersais que ocorreram com <i>Loligo sanpaulensis</i> em mais de 12 arrastos por fase entre novembro de 1986 e outubro de 1988.....	78
26	Dendrograma da análise de agrupamento e coeficiente de similaridade de Sörensen, das estações/arrastos realizadas na região de Cabo Frio.....	79
27	Diagrama representativo das associações de <i>Loligo sanpaulensis</i> com espécies da ictiofauna local e possíveis interações tróficas resultante da análise de agrupamento e dados de alimentação.....	80

AGRADECIMENTOS

Na realização deste trabalho, contei com a ajuda e orientação de um grande número de excelentes profissionais. É provável que algumas dessas pessoas não se encontrem aqui mencionadas. À estas, peço minhas desculpas antecipadamente.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pelo auxílio financeiro através da concessão de bolsas de estudo. Aos professores e colegas da pós-graduação em Zoologia do Museu Nacional e, especialmente, ao Instituto de Estudos do Mar Alte Paulo Moreira-IEAPM.

No IEAPM, além de participar de uma série de projetos de pesquisa, pude desenvolver este estudo e receber orientação e condições de trabalho em oceanografia biológica. Devo meus mais sinceros agradecimentos ao Sr. Diretor do IEAPM, Alte Fernando Coelho Bruzzi, ao meu orientador e grande amigo, Dr Flavio da Costa Fernandes e aos colegas Eduardo Barros Fagundes Netto, Luiz Ricardo Gaelzer e Carlos Renato R. Ventura pela amizade e constante apoio.

Aos biólogos Karen, Wanda, Eliane, Édison, Maria Helena, Ricardo Coutinho, Jurema, Cadú e Zézinho e todos aqueles com os quais tive a oportunidade de trabalhar e conviver em Arraial do Cabo, sou imensamente grato.

Um agradecimento especial aos meus pais, através dos quais pude dar sentido a minha liberdade e a minha companhia e amiga Adriana da Costa Braga, pelo sua incentivo em todas as horas.

Ao professor Dr. Manuel Haimovici, do Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade do Rio Grande, pelo incentivo inicial e constante estímulo no estudo dos cefalópodes.

Aos oceanólogos Agnaldo S. Martins, José Angel A. Perez e José Milton A. Filho, com os quais pude aprender e trocar informações valiosas para a conclusão deste trabalho e minha formação profissional.

Aos pesquisadores da Oceanografia Física do IEAPM, Audálio, Rogério e Tânia, pelos dados meteorológicos gentilmente fornecidos. E todo o pessoal envolvido na obtenção de amostras a bordo do Aviso de Pesquisa Oceânico *SubOficial Oliveira* - D.H.N.

1. INTRODUÇÃO

Loligo sanpaulensis Brakoniecki, 1984 ocorre em águas costeiras do Atlântico Sul Ocidental desde o centro da costa do Brasil (20°S) até o Golfo de São Jorge (42°S), na Argentina (Roper et al., 1984). Como a maioria dos representantes da Ordem Teuthoidea, apresenta hábitos demersais e pelágicos, sendo encontrada desde a superfície até profundidades próximas aos 200 metros. A espécie pertence à Sub-ordem Myopsida, que inclui as lulas costeiras, e cuja principal característica morfológica externa é a presença de uma membrana que recobre os olhos, impedindo o contato direto com a água do mar.

No Brasil, quatro espécies da família Loliginidae são encontradas entre o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul: *Loligo plei* Blainville, 1823 (sin. *Loligo brasiliensis* Blainville, 1823), *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (sin. *Loligo brasiliensis* Blainville, 1823), *Lolliguncula brevis* Blainville, 1823 e *Sepioteuthis sepioidea* Blainville, 1823, sendo as duas últimas restritas a regiões estuarinas e fundos coralinos, respectivamente (Haimovici & Perez, 1991). *Loligo sanpaulensis* diferencia-se das outras espécies pela proporção relativa das nadadeiras, sendo sempre superior a 50 % do comprimento do manto (Figura 1).

Inicialmente descrita como *Loligo brasiliensis* Blainville, 1823, a espécie foi redescrita e rebatizada por Brakoniecki (1984), como *Loligo sanpaulensis*. Na verdade, a descrição original de Blainville era insuficiente, o holótipo foi perdido, e a descrição poderia se referir a qualquer espécie dos gêneros *Loligo* ou *Doryteuthis* do Atlântico Sul.

Dentre as espécies tipicamente neríticas, *Loligo sanpaulensis* é relativamente abundante na região Sudeste e Sul do Brasil (Juanicó, 1979; Haimovici & Andriguetto, 1986; Andriguetto & Haimovici, 1991; Costa & Fernandes, 1993a), assim como no norte da Argentina (Castellanos, 1967; Vigliano, 1985).

Do ponto de vista pesqueiro, as capturas comerciais de lulas aumentaram cerca de 450 % nos últimos anos, passando de 487 toneladas em 1979 para 2.193 toneladas em 1986 em toda a região Sudeste e Sul do Brasil (Tabela 1). As estatísticas de pesca incluem as duas espécies de *Loligo*, sendo que cerca de 48 % desta produção são capturados por

camaroneiros na costa do Rio de Janeiro. Neste estado, o mapeamento das capturas através do sistema de mapas de bordo dos camaroneiros indicou que os melhores rendimentos estiveram associados com as áreas de maior produtividade originadas pela ressurgência costeira de Cabo Frio (Costa & Haimovici, 1990).

No entanto, a maior parte do esforço e dados acumulados sobre biologia e potencial pesqueiro da espécie são relativos à região Sul (Haimovici & Andriguetto, 1986; Andriguetto, 1989; Andriguetto & Haimovici, 1991), sendo esta a área da costa brasileira mais conhecida em vários aspectos da distribuição, pesca e ecologia da espécie. No Rio Grande do Sul, as estimativas máximas de abundância de *L. sanpaulensis* foram da ordem de 3.554 toneladas na primavera de 1983 (Andriguetto, 1989), e indicam que a espécie é um recurso pesqueiro relativamente importante no Sul do Brasil.

Entre 1986 e 1988, o Instituto de Estudos do Mar Alte Paulo Moreira desenvolveu um projeto de estudo integrado do ecossistema da ressurgência de Cabo Frio. Este projeto previa o levantamento da macrofauna bentônica e ictiofauna demersal da plataforma costeira, sob influência direta da ressurgência. A hipótese principal foi verificar se existiam relações entre os períodos de ressurgência e as modificações na composição de espécies e nos padrões sazonais de abundância, sabendo-se que tais modificações ocorrem com extrema rapidez no sistema planctônico da região (Gonzalez-Rodriguez, 1982; Valentin, 1984; Valentin & Coutinho, 1990; Valentin, 1992).

Assim, os diversos trabalhos já publicados sobre este material têm indicado que muitas espécies pertencentes às comunidades bentônicas e nectônicas da região estão sujeitas a influência deste fenômeno (Fagundes Netto & Gaelzer, 1991; Costa & Fernandes, 1993 a; 1993 b; Ventura & Fernandes, 1993).

Durante a execução deste trabalho, *Loligo sanpaulensis* destacou-se como o cefalópode mais abundante e frequente nas amostras. Com relação ao necton demersal da região, foi a segunda espécie mais frequente, a segunda em importância numérica e a décima segunda em peso, representando 2.0 % da captura total de peixes e cefalópodes agrupados durante todo o período de estudo. O presente estudo vem dar continuidade a

essas pesquisas, tendo como objetivo realizar uma análise mais detalhada do ciclo de vida de *L.sanpaulensis*, associando os dados obtidos sobre a sua alimentação, ciclo reprodutivo e interações com a ictiofauna demersal, com os padrões hidrológicos que caracterizam a ressurgência costeira local.

CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO

As condições hidrográficas da região de Cabo Frio dependem primariamente do deslocamento espacial de duas massas de água que tangenciam a Plataforma Continental: a Corrente do Brasil e a Água Central do Atlântico Sul. Por sua vez, a alternância espacial e temporal dessas massas de água estão em dependência direta da topografia do assoalho submarino e do regime de ventos predominantes (Valentin, 1984).

De direção sul, a Corrente do Brasil (CB) transporta águas superficiais tropicais, quentes e salinas, com temperatura acima de 18°C e salinidade superior a 36.00 (Thomsen, 1962).

A Água Central do Atlântico Sul (ACAS), de direção norte, transporta águas profundas de origem subtropical, frias e menos salinas, de temperatura entre 4 e 18°C e salinidade entre 34.50 e 35.90 ‰.

As águas represadas entre a Corrente do Brasil e a costa são conhecidas como Águas Costeiras (AC). Foram definidas por Thomsen (1962), como uma mistura das águas oceânicas da Corrente do Brasil com a água continental proveniente do desague de rios costeiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAGEM

As amostras de *Loligo sanpaulensis* foram obtidas na região costeira de Cabo Frio (23°S;42°W) através de arrastos realizados pelo Aviso de Pesquisa Oceânico "SubOficial Oliveira" (IEAPM-DHN), entre novembro de 1986 e outubro de 1988. Esta embarcação é um arrasteiro de popa que possui 22 m de comprimento total e 260 HP de potência no motor.

Utilizou-se uma rede de arrasto de portas tipo *otter-trawl*, com 8.0 m de relinga superior e 10 m de relinga inferior. Cada lance de pesca teve uma duração de 20 minutos a uma velocidade de aproximadamente 3.0 nós, e a pesca foi sempre diurna. O tamanho da malha foi de 4.5 cm no corpo e manga e 2.5 cm no ensacador, medido entre nós opostos com a malha esticada. As portas mediam 1.10 m X 0.60 m cada uma e eram ligadas a um cabo real de arrasto por um cabresto com 25 m de comprimento.

Os arrastos foram realizados mensalmente sobre as isóbatas de 30, 45 e 60 metros, em uma área interna da plataforma continental adjacente à praia de Maçambaba (Figura 2). Ao término de cada arrasto o material foi separado por espécies. As amostras de *Loligo sanpaulensis* foram resfriadas (mas não congeladas) e transportadas para o laboratório onde foram fixadas em formalina 10% neutralizada, sendo posteriormente transferidas a álcool etílico 70% para sua conservação.

2.2 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Para caracterização das condições ambientais, foram obtidas amostras da camada d'água junto ao fundo antes e após cada lance de pesca. A temperatura de fundo foi registrada com termômetro de inversão acoplado à garrafa de Nansen e a salinidade determinada posteriormente com salinômetro de indução. Através destes registros, foi possível a caracterização dos diferentes tipos de massas d'água presentes na ocasião dos arrastos, as quais foram classificadas segundo os trabalhos de Thomsen (1962) e Valentin (1984), de acordo com a sua interpretação no diagrama T-S, e dos intervalos de temperatura e salinidade descritos pelos referidos autores.

O sistema hidrológico da região de Cabo Frio caracteriza-se por sua sensibilidade aos ventos predominantes na costa, os quais determinam a distribuição das massas de água presentes (Valentin, 1984; Gonzalez-Rodriguez et al., 1992). Assim, foram analisados os dados relativos à distribuição anual na direção e intensidade dos ventos no período correspondente às amostragens. Tais dados foram cedidos pelos pesquisadores do setor de oceanografia física do IEAPM.

2.3 REPRODUÇÃO

O ciclo reprodutivo de *L. sanpaulensis* foi estudado a partir das mudanças mensais nos índices gonadossomáticos (IGN = índice da glândula nidamental; IT = índice do testículo), e nas proporções relativas em que apareceram os diferentes estádios reprodutivos.

Para cada indivíduo foi atribuído um estágio de maturação sexual com base em uma escala macroscópica composta de quatro fases: (J) JUVENIS (sexo indeterminado); (A) IMATUROS; (B) EM MATURAÇÃO e (C) MATUROS. Esta escala foi inicialmente proposta por Juanicó (1979, 1983), e posteriormente modificada e aperfeiçoada por Andriguetto (1989) para material conservado. Baseia-se principalmente no tamanho relativo dos órgãos do aparelho reprodutivo (ovário, testículo, glândulas nidamentais, glândulas oviducais etc), na morfologia e coloração dos ovócitos maduros nos ovidutos e na presença de espermatóforos no saco espermatofórico dos machos (Tabela 2).

Nas fêmeas, o comprimento das glândulas nidamentais (NGL) e do ovário (CO) foram registrados e o ovário (ovócitos intraoviducais + oviduto) foi pesado em balança de precisão. Nos machos, o comprimento do testículo (CT) e o peso do testículo (PT) foram registrados. Todas as medidas foram feitas com paquímetro ao milímetro mais próximo, e os pesos aferidos com precisão de 0.1 g. Além dos estádios de maturidade sexual, determinados macroscopicamente, os índices quantitativos propostos por Hayashi (1970) e Durward et al. (1979) também foram calculados.

Os índices que relacionam o comprimento das glândulas nidamentais (IGN) e do testículo (IT) apresentaram os melhores coeficientes de correlação ($r > 0.9$) com o comprimento do manto (Tabela 3) e a melhor capacidade de discriminar os diversos estádios de maturidade. Estas estruturas foram expressas em função do comprimento do manto (CM) e utilizadas como índices gonadossomáticos: $IGN = (NGL/CM \times 10)$ nas fêmeas e $IT = (CT/CM \times 10)$ nos machos.

O comprimento médio de primeira maturação sexual, definido como aquele em que 50% da população encontra-se em processo reprodutivo, foi estimado pelo ajuste dos índices gonadossomáticos a uma função logística, segundo modelo descrito por Pauly (1984).

2.4 ALIMENTAÇÃO

Um total de 1594 indivíduos teve o comprimento do manto, peso, sexo e estágio de maturação registrados. Dentre estes, o grau de repleção do estômago e do ceco digestivo (vazio, semi-cheio, cheio) foi determinado para 859 exemplares, e ainda 351 exemplares tiveram o conteúdo estomacal examinado, sendo as presas identificadas ao nível taxonômico mais específico possível.

A dieta foi comparada por sexos, tamanhos e profundidades de captura utilizando-se índices numéricos baseados na presença e/ou ausência das presas, segundo Berg (1979) e Hyslop (1980). A importância relativa das diferentes categorias de alimento foi determinada com base na frequência de ocorrência (%FOC).

Para verificação das variações no regime alimentar e identificação das épocas de maior atividade na alimentação, foi realizada uma análise do grau de repleção do estômago e do ceco digestivo para todo o período estudado, e de acordo com o tamanho dos animais. Dois fatores influenciaram na escolha do grau de repleção do ceco digestivo como indicador de atividade alimentar: o tempo que o alimento permanece no estômago, que é extremamente curto nas lulas (Nesis, 1987) e uma periodicidade predominantemente noturna na alimentação dos loliginídeos (Hatfield et al., 1990; Gaard, 1987; Vovk, 1985).

Dessa forma, o índice de repleção do ceco seria um indicador adequado da atividade alimentar, considerando que as amostragens foram diurnas.

2.5 ASSOCIAÇÕES COM A ICTIOFAUNA

As associações de *Loligo sanpaulensis* com a ictiofauna acompanhante foram estudadas através de métodos de agrupamento e análise de correlação entre pares de espécies. Os métodos de agrupamento utilizam índices que quantificam a co-ocorrência entre pares de espécies, e a análise de correlação é uma medida quantitativa do grau de co-variação entre pares de espécies, baseada nas abundâncias numéricas em cada lance de pesca. Como complemento, foram obtidas informações sobre a composição qualitativa da dieta das espécies selecionadas. Estas informações derivaram dos dados obtidos durante a mesma fonte de amostras, bem como da literatura disponível.

Em um total de 71 lances efetivos de pesca, registrou-se a presença e ausência das espécies capturadas para montagem das respectivas matrizes, correspondentes a cada ciclo anual de amostras. Foram consideradas para análise, preferencialmente as espécies do complexo demersal-pelágico (Martins, 1992) que ocorreram em mais de 18 % dos lances. Segundo Rocha & Costa (1988), este procedimento é recomendado para se evitar separações em pequenos grupos de espécies de pouco significado ecológico.

As associações foram estudadas aplicando-se aos dados uma análise hierárquico-aglomerativa, de acordo com Ludwig & Reynolds (1988), onde os lances se definiram como objetos e as presenças como atributos. Optou-se por utilizar o coeficiente de Sørensen (Legendre & Legendre, 1988) para medir a similaridade entre amostras e a coincidência entre espécies e, como critério de agrupamento, o método UPGMA, que emprega a média aritmética dos índices de associação, gerando menor distorção entre a matriz de similaridade e o dendrograma. Adicionalmente, para cada dendrograma, determinou-se o coeficiente de correlação cofenético (CCC) com o objetivo de verificar-se o grau de distorção provocado pelas técnicas de agrupamento (Ludwig & Reynolds, 1988).

2.6 RELAÇÃO PESO-COMPRIMENTO

Todos os exemplares capturados tiveram registrados o comprimento do manto (CM) em milímetros e o peso total (P) em gramas. O comprimento do manto foi medido dorsalmente com o auxílio de um paquímetro, desde a união das nadadeiras até a borda anterior do manto e aproximado ao milímetro mais próximo. O peso foi aferido em uma balança de precisão a 0.1 g. A relação entre peso total (P) e comprimento do manto (CM) foi calculada para sexos separados (reconhecendo-se juvenis, machos e fêmeas) por regressão preditiva através do método dos mínimos quadrados. Os animais utilizados para correlação entre as variáveis foram fixados em formalina 10 % neutralizada e conservados em álcool etílico 70 %.

2.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

As comparações estatísticas entre valores médios foram feitas através da análise de variância e do emprego do teste de Tukey para testar o poder de separação entre pares de médias, ou do teste de Kruskal-Wallis quando não eram obedecidas as condições de normalidade e homocedasticidade (Zar, 1984). Distribuições de frequência de comprimento foram comparadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 1975). Diferenças entre proporções foram testadas através do teste do Qui-quadrado (Zar, 1984). Todos os resultados apresentados neste trabalho foram testados a um nível de significância $P < 0.05$.

3. RESULTADOS

3.1 CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

A hidrologia local da região do Cabo Frio depende diretamente das condições meteorológicas. Mudanças na direção e intensidade do vento causam variações na posição e na distribuição das massas d'água presentes na região: a Corrente do Brasil (CB), a Água Costeira (AC) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Na Figura 3 é demonstrada a variação mensal dos valores médios na intensidade do vento. Ventos de quadrante E-NE foram mais intensos nos meses de primavera e verão (setembro a março), quando atingiram entre 7.5 e 8.5 m/seg de intensidade média. Em geral, os ventos de quadrante S-SW foram muito fracos na maior parte do ano, sendo porém mais fortes durante o outono e inverno.

Os períodos de ressurgência podem ser caracterizados pela dominância da ACAS ($T^{\circ}\text{C} < 18^{\circ}\text{C}$; $S < 36.0$), observados principalmente entre setembro e abril e associados aos ventos de quadrante E-NE. O padrão sazonal dos registros de temperatura e a representação gráfica das diferentes massas de água identificadas durante o trabalho estão dispostos no diagrama T-S (Figura 4). Através da observação do diagrama, confirma-se a predominância de amostras com temperaturas inferiores a 18°C (correspondendo à presença da ACAS), durante os meses de primavera e verão, assim como a ocorrência esporádica de águas frias durante o outono e inverno.

Durante a primavera e o verão, os registros de temperatura foram raramente superiores a 18°C e frequentemente inferiores a 16°C . Entretanto, águas de ressurgência puderam ser observadas também no outono e no inverno, como demonstrado pelos valores registrados em abril 1987 e maio 1988. Tais registros puderam ser associados à presença de ventos atípicos de E-NE nos dias anteriores aos arrastos. As águas mais quentes ($> 21^{\circ}\text{C}$) foram registradas em junho e julho, indicando a presença de águas oceânicas da Corrente do Brasil ($T^{\circ}\text{C} > 18$; $S > 36.0$), em alguns casos misturada com Água Costeira.

A variação mensal da temperatura de fundo (Figura 5) oscilou fortemente de um mês ao outro, sendo esta oscilação mais intensa nas profundidades menores (30, 45 metros). Isto pode ser explicado, pelo menos em parte, pelo caráter pontual das amostras. Entretanto, na maioria das vezes houve uma boa associação com o vento local.

Os valores médios de temperatura da água junto ao fundo não demonstraram diferenças significativas com relação aos estratos de profundidade. Por esse motivo, as análises posteriores que utilizam a temperatura como variável ambiental foram feitas com base na temperatura média das três profundidades.

3.2 DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA

Loligo sanpaulensis ocorreu em todas as profundidades e épocas do ano, sendo registrada em 57 (80.3 %) dos 71 lances de pesca realizados na plataforma costeira de Cabo Frio. Entre os cefalópodes encontrados, foi a espécie mais abundante e frequente, representando 74.2 % das amostras e 82.3 % da biomassa total.

A captura média por unidade de esforço (CPUE) em todo o período foi de 39.2 indivíduos/hora de arrasto. Os melhores rendimentos foram obtidos a 45 metros, onde foram capturados em média 116.1 ind/h durante os dois anos de trabalho.

As capturas em kg/h e n/h diferiram significativamente tanto entre as profundidades de arrasto como entre as temperaturas de fundo. As maiores capturas em kg/h foram registradas entre 45 e 60 metros de profundidade, correspondendo a temperaturas entre 16°C e 18°C. A Figura 6 mostra as diferenças nas CPUEs médias de *L. sanpaulensis* obtidas em diferentes intervalos de temperatura. As capturas aumentam progressivamente de 13°C a 17°C e decrescem em temperaturas superiores. Na Figura 7 estão representados os valores logaritmizados das capturas médias (n/h e kg/h de arrasto) de acordo com a profundidade.

3.3 COMPOSIÇÃO DE TAMANHOS E SEGREGAÇÃO BATIMÉTRICA

As distribuições de comprimento do manto foram bimodais na maioria das estações do ano (Figura 8), sendo que animais maiores predominaram no verão e o recrutamento foi mais intenso no outono.

A Figura 9 mostra que a população apresenta uma estrutura espacial diferenciada em relação à composição de tamanhos e no padrão batimétrico de abundância. Juvenis, machos e fêmeas foram numericamente mais abundantes a 45 metros de profundidade, onde obtiveram-se rendimentos médios de 31.9, 39.4 e 40.4 ind/h de arrasto, respectivamente. O teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov evidenciou diferenças significativas nas distribuições de frequências de tamanhos, sendo que o comprimento médio dos indivíduos tende a aumentar com a batimetria. Para machos e fêmeas, as composições de comprimento diferiram significativamente (com relação a tendência central, dispersão e assimetria) entre 30 e 60 m e entre 45 e 60 m, mas não entre 30 e 45 metros. Este padrão se inverte quando consideram-se as distribuições de frequências dos juvenis, as quais foram significativamente diferentes entre 30 e 45 m e entre 30 e 60 m, mas não entre 45 e 60 metros. Estes resultados poderiam estar indicando um mecanismo de segregação batimétrica entre sexos e tamanhos, e dividindo espacialmente a população em 2 grupos. O primeiro, mais numeroso, ocupando a faixa entre 30 e 45 metros, constituído principalmente por juvenis e sub-adultos. E o segundo a 60 metros, menos denso e representado por animais maiores e com uma proporção maior de indivíduos adultos, com comprimento médio bem próximo ao L50%.

3.4 RELAÇÃO PESO COMPRIMENTO

A relação peso comprimento do manto foi obtida para sexos separados pelo método dos mínimos quadrados após a transformação logaritmica dos pesos e comprimentos. Os valores de CM oscilaram entre 20 e 118 mm para machos (n=540), 23 a 103 mm para fêmeas (n=564) e entre 11 e 44 mm nos juvenis (n=430). As diferenças entre as declividades

das retas de regressão entre machos e fêmeas foram testadas estatisticamente através do teste "t" (Zar, 1984) a um nível de significância $P < 0.05$.

O melhor coeficiente de correlação foi obtido através do modelo potencial: ($Y = aX^b$) em ambos os sexos. As equações representativas da relação peso total comprimento do manto por sexo (Figura 10), foram:

$$\text{MACHOS: } P = 0.00049 \text{ CM}^{2.40652} (r = 0.98)$$

$$\text{FÊMEAS: } P = 0.00030 \text{ CM}^{2.54364} (r = 0.98)$$

$$\text{JUVENIS: } P = 0.00041 \text{ CM}^{2.43624} (r = 0.90)$$

onde P é o peso do animal (g) e CM o respectivo comprimento do manto (mm). A transformação logaritmica dos pesos e comprimentos ajustou-se à distribuição normal através do teste de Kolmogorov-Smirnov. As declividades das retas foram diferentes entre sexos (Tabela 4), indicando que para um dado comprimento de manto, as fêmeas mostram-se geralmente mais pesadas que os machos.

3.5 REPRODUÇÃO

3.5.1 DESENVOLVIMENTO GONADAL

Gônadas de 1.138 exemplares (340 machos; 365 fêmeas e 433 juvenis) foram examinadas. A Tabela 5 mostra as variações e amplitudes de peso e comprimento do manto dos órgãos reprodutivos, de acordo com os estádios de maturidade sexual dos machos e fêmeas.

Considerando todos os cruzeiros, a relação global entre sexos (1:1.07 M:F) não diferiu estatisticamente de 1:1. A proporção mensal entre sexos também não demonstrou variação significativa, sendo que geralmente capturaram-se mais fêmeas (Figura 11).

As fêmeas variaram entre 27 e 103 mm de comprimento e de 0.9 a 46.9 g de peso. A relação entre tamanho e maturidade sexual foi extremamente variável em ambos os sexos. Baseando-se na presença de ovócitos maduros no ovário e oviduto, a menor fêmea sexualmente matura media 50 mm de CM, enquanto a maior fêmea imatura tinha 71 mm de comprimento. A distribuição de machos e fêmeas de acordo com o tamanho, estádios de

maturidade sexual e valores médios dos índices gonadossomáticos (IGS) é apresentada na Tabela 6.

O desenvolvimento das glândulas nidamentais apresentou forte correlação ($r=0.95$) com o comprimento do ovário (Figura 12), o que reforçou a sua utilização como principal indicador quantitativo de maturidade, uma vez que as medidas de peso e comprimento do ovário demonstraram forte variância. Considerando todas as fêmeas analisadas, independente da época do ano, a proporção das glândulas nidamentais variou entre 14 e 53.5 % do comprimento do manto. Todas as fêmeas maduras apresentaram glândulas nidamentais relativamente grandes, brancas e opacas. Nas fêmeas imaturas, as glândulas nidamentais apresentaram-se desprovidas de cor e foram comparativamente menores.

Através da Figura 13 podemos observar a relação entre o desenvolvimento das glândulas nidamentais e o comprimento do manto, de acordo com o estágio de maturidade sexual de cada fêmea examinada. O melhor ajuste foi obtido através do modelo exponencial, o que indica uma relação alométrica entre as velocidades de crescimento das variáveis. O alto coeficiente de correlação ($r = 0.913$), aliado à pouca sobreposição entre os grupos que caracterizam os estádios de maturidade, indicaram que o comprimento das glândulas nidamentais apresentou boa capacidade em discriminar os diferentes estádios de maturidade nas fêmeas de *Loligo sanpaulensis*. Ainda assim, consideramos a sobreposição dos estádios no diagrama como resultado da utilização de uma escala de maturidade muito simplificada (com apenas 3 estádios). Por outro lado, a utilização desta escala permitiu comparar o ciclo reprodutivo da espécie em Cabo Frio com os dados de Juanicó, 1979 e Andriguetto, 1989. Verifica-se ainda, que o coeficiente de alometria aumenta com o avanço da maturidade, indicado na figura pelo aumento na dispersão dos pontos, principalmente após os 60 mm de CM (comprimento próximo ao L_{50}). Isto sugere que nas fases finais do processo de maturação sexual o desenvolvimento das gônadas ocorre abruptamente, em velocidade muito maior que o crescimento somático, o que poderia refletir o elevado investimento energético das fêmeas na formação de material reprodutivo.

Nas amostras analisadas não foram encontradas fêmeas desovadas, as quais, segundo Juanicó (1983), poderiam ser caracterizadas pela condição de flacidez do ovário e das glândulas nidamentais e presença de poucos ovócitos maduros no oviduto.

Os machos examinados variaram entre 20 e 118 mm de CM e entre 0.6 e 43.5 g de peso total. A determinação do sexo foi possível a partir dos 20 mm de CM. O menor macho maduro media 48 mm e o maior macho imaturo 61 mm de CM. O comprimento do testículo aumentou com o tamanho do corpo, representando entre 27 e 44.7 % do CM. Na Figura 14 está representada a relação entre o desenvolvimento do testículo e o comprimento do manto, de acordo com o estágio de maturidade sexual de cada exemplar examinado. O melhor ajuste foi obtido através do modelo linear ($r=0.94$), evidenciando uma tendência fortemente isométrica com o avanço na maturidade sexual.

3.5.3 ESTIMATIVA DO COMPRIMENTO MÉDIO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO SEXUAL (L_{50}).

O comprimento médio de primeira maturação gonadal foi calculado com base no ajuste dos valores de índices gonadossomáticos médios, expressos como percentual do $0.3 < IGS < 0.4$, que corresponde aquele em que aproximadamente 100 % dos adultos encontravam-se em processo reprodutivo (Figura 15). A Tabela 4 mostra as variações nos valores médios de IGS e das frequências de ocorrência dos adultos por comprimentos de manto. O L_{50} foi de 65.7 mm de CM para fêmeas ($r=0.9$) e 47.9 mm de CM para os machos ($r=0.9$). Independente da época do ano, todos os machos apresentaram-se maduros a partir de 70 mm e todas as fêmeas a partir de 80 mm de comprimento do manto (Figura 16).

Na Tabela 7, estão sumarizadas as estimativas de L_{50} obtidas em estudos anteriores para *L.sanpaulensis* na costa brasileira. Examinando a tabela, podemos verificar que os valores obtidos neste estudo acham-se próximos daqueles encontrados pelos outros autores. Comparativamente, machos maturam em comprimentos menores que as fêmeas mesmo considerando as diferentes áreas geográficas, assim como dentro de cada área.

3.5.4 SAZONALIDADE NA REPRODUÇÃO

Para a determinação do ciclo reprodutivo foram utilizadas as variações mensais dos índices gonadosossômáticos médios e os percentuais de machos e fêmeas adultos nas amostras ($CM > L_{50}$).

A variação temporal na abundância dos níveis mais baixos de maturidade sexual (juvenis e imaturos) caracterizam as épocas de recrutamento da espécie na área em questão. A categoria *juvenis* inclui os animais nos quais os órgãos reprodutivos ainda não se desenvolveram o suficiente para permitir a determinação do sexo com segurança. Neste grupo, o comprimento do manto variou entre 11 e 44 mm (média = 25.3, desvio padrão = 6.6). Os indivíduos imaturos são aqueles em que a determinação do sexo já é possível com o auxílio de uma lupa em aumentos de 25 vezes. Estes dois grupos puderam ser encontrados ao longo do ano, mas em proporções diferenciadas.

Machos e fêmeas imaturos também ocorreram ao longo do ano, mas a proporção de recrutas pareceu oscilar alternadamente com a proporção de adultos (Figura 17). Este padrão se confirma através da análise das distribuições de frequências de comprimentos e da variação mensal dos índices gonadosossômáticos. Dois picos de animais maduros podem ser observados durante o ano. O primeiro entre janeiro e fevereiro (coincidente para ambos os sexos nos dois anos). O segundo pico ocorreu em agosto (1987) e julho (1988). Estes picos indicam que a desova pode ocorrer pelo menos duas vezes ao ano, correspondendo a desovantes de verão e de inverno.

A variação mensal nos valores médios dos índices gonadosossômáticos (Figura 18) indica que a população apresentou dois períodos de desenvolvimento gonadal durante o ano (reforçando o sugerido pela observação das frequências mensais dos adultos). Estes períodos estão representados graficamente pelo aumento correspondente nos valores médios dos índices gonadosossômáticos (IGN, IT), apesar da grande amplitude de variação em torno do intervalo de confiança de algumas médias.

Os dados indicam que o recrutamento ocorre após a desova e uma subsequente mortalidade ou emigração dos adultos da área de estudo pode ser assumida. Na verdade, a

ausência de fêmeas desovadas, a presença de massas de ovos típicas de Loliginidae e a ocorrência sazonal alternada de jovens e adultos nas amostras, constituem evidências indiretas de que um padrão migratório pode estar envolvido no ciclo reprodutivo de *Loligo sanpaulensis* (embora as desovas encontradas possam ser de *Loligo plei*, pois a espécie também ocorre com relativa frequência na área onde foram feitas as amostras).

3.6 ALIMENTAÇÃO

A composição quali-quantitativa da dieta de *Loligo sanpaulensis* foi analisada com base em 351 estômagos examinados de exemplares variando entre 11 e 118 mm de comprimento, dos quais 143 (40.7 %) continham alimento. Para a atividade alimentar foram utilizados 859 exemplares, nos quais o grau de repleção do ceco foi utilizado como indicador da atividade alimentar.

Devido ao alto grau de maceração do bolo alimentar, as presas foram identificadas com base no reconhecimento das estruturas características de cada grupo. Peixes foram identificados através de cristalinos, vértebras e outras estruturas ósseas. Cefalópodes foram reconhecidos pelos cristalinos, fragmentos de *gladii*, bicos e anéis quitinosos de ventosas. Crustáceos foram identificados através de fragmentos do exoesqueleto, apêndices e tipos de olhos.

A Figura 19 mostra a distribuição de frequências de tamanhos dos exemplares utilizados para o estudo da alimentação, de acordo com os estádios de maturidade sexual de *L. sanpaulensis*.

3.6.1 IDENTIFICAÇÃO DAS PRESAS

Entre os estômagos analisados, 95.3 % apresentaram uma única categoria de alimento. A dieta de *Loligo sanpaulensis* incluiu pelo menos 6 categorias de alimento, listadas a seguir em ordem decrescente de importância: peixes (teleósteos), eufausiáceos, cefalópodes, larvas de decápodes, estomatópodes, além de restos de um crustáceo não identificado.

A proporção de ocorrência das diversas categorias de alimento e de estômagos vazios nas amostras não demonstrou diferença significativa entre machos e fêmeas. Por esta razão, as análises posteriores foram feitas com os sexos agrupados. Diferenças significativas foram encontradas apenas entre fêmeas em diferentes estádios de maturidade sexual.

Os itens alimentares foram agrupados em três categorias: peixes, crustáceos e cefalópodes (lulas). Cristalinos, vértebras e espinhos configuraram o item peixes como o componente alimentar mais importante em todas as comparações, ocorrendo em 58,7 % dos estômagos com conteúdo alimentar. Entre os crustáceos, predominou uma espécie não identificada (14 %), além das formas planctônicas de eufausiáceos, presentes em 9,8 % dos estômagos. A presença de lulas (Loliginidae) em 16 % dos estômagos poderia ser associada com canibalismo, entretanto, não se descarta a possibilidade da espécie se alimentar de *Loligo plei*.

3.6.2 COMPARAÇÃO DA DIETA

Comparativamente, exemplares menores que 60 mm de CM mostraram predominância de crustáceos (principalmente eufausiáceos) na sua dieta. A proporção de estômagos com peixes aumentou gradualmente com o tamanho e com a maturidade, tornando-se o principal alimento nos animais maiores que 90 mm CM (Figura 20). A ocorrência de lulas esteve associada aos indivíduos maiores que 45 mm de CM.

Nos machos, a frequência de estômagos vazios foi maior nos indivíduos sexualmente maduros, sendo este comportamento inverso nas fêmeas (Figura 21). No entanto, tais diferenças não apresentaram significância estatística. Por outro lado, a dieta das fêmeas foi significativamente diferente em relação aos estádios de maturidade sexual, sendo esta diferença relacionada a uma intensidade maior na frequência de lulas.

Na Figura 22 está representada a frequência de ocorrência das presas entre os estádios de maturidade sexual para machos e fêmeas de *L. sanpaulensis*. De uma maneira geral, crustáceos foram mais frequentes em indivíduos imaturos e a proporção de

estômagos com cefalópodes foi maior nos adultos, sendo que o item peixes aumentou gradualmente com a maturidade.

Os picos na atividade alimentar, assim como aqueles nos níveis de repleção do ceco, também variaram de acordo com o tamanho dos exemplares. A Figura 23 sugere que a atividade alimentar desenvolve-se mais intensamente em animais variando de 20 a 50 mm de CM, onde mais de 80 % dos indivíduos estavam com cecos cheios. Esta faixa corresponde aos indivíduos em maturação. Após os 50 mm de CM a tendência é inversa e a frequência de cecos cheios diminui gradualmente até 80 mm. É provável que as proporções observadas em indivíduos maiores que 90 mm não representem adequadamente a tendência da população, devido ao baixo número de indivíduos examinados.

3.6.3 ATIVIDADE SAZONAL NA ALIMENTAÇÃO

A variação mensal do índice de repleção do ceco digestivo não apresentou um padrão sazonal claramente definido. Entretanto, as maiores proporções de cecos cheios nas amostras estiveram associadas com as menores médias de temperatura (Figura 24), o que corresponde à presença de águas mais produtivas da ACAS.

3.7 ASSOCIAÇÕES COM A ICTIOFAUNA

As interações de *Loligo sanpaulensis* com a ictiofauna acompanhante foram estudadas através de métodos de agrupamento e análise de correlação entre pares de espécies. Os métodos de agrupamento utilizam índices que quantificam a co-ocorrência entre pares de espécies, e a análise de correlação é uma medida quantitativa do grau de co-variação entre pares de espécies, baseada nas abundâncias numéricas em cada lance de pesca.

Durante o período estudado, num total de 71 arrastos de fundo, foram capturados 11.160 peixes pertencentes a 82 espécies e 38 famílias. Entre essas espécies, foram selecionadas preferencialmente aquelas que representaram até 98 % da biomassa total acumulada e ocorreram em mais de 18 % dos lances.

A Tabela 8 apresenta as espécies selecionadas, o número total de exemplares capturados, a frequência de ocorrência, biomassa acumulada e a captura média em kg/h para todo o período. Os dados apresentados na tabela indicam que *Loligo sanpaulensis* configura-se como um componente importante do necton demersal da região, sendo a segunda espécie mais abundante e frequente nas amostras e a décima segunda espécie em termos de biomassa média.

A matriz de correlação entre os dados de abundância de *L.sanpaulensis* e das espécies da ictiofauna, indicou que houve co-variação positiva com *Trachurus lathami* Nichols, 1920 e *Mullus argentinae* Hubbs & Marini, 1935 e negativa com *Raneya fluminensis* Ribeiro, 1903 e *Chilomycterus spinosus* Linnaeus, 1758. Na Tabela 9 são apresentados os coeficientes de correlação de Pearson entre *L.sanpaulensis* e as espécies que apresentaram co-variação significativa, de acordo com o teste "t" de Student.

3.7.1 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Após a eliminação das espécies tipicamente bentônicas e daquelas que ocorreram em menos de 20 % dos lances, foram selecionadas apenas 12 espécies para serem utilizadas nas análises de agrupamento com *Loligo sanpaulensis*. A matriz geral de dados foi então subdividida em duas matrizes, correspondentes a cada ciclo anual de amostras: FASE I: de novembro de 1986 a outubro de 1987, e FASE II: de novembro de 1987 a outubro de 1988. Esta divisão teve como objetivo verificar a consistência dos agrupamentos em escala temporal e a formação ou não de grupos recorrentes.

ASSOCIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES

Para a análise de associação, os agrupamentos foram formados à partir de um nível de 0.5 de coincidência. Na FASE I, observou-se a formação de dois agrupamentos de espécies (Figura 25).

FASE I (Figura 25)

Grupo I: *Porichthys porosissimus*, *Dules auriga*, *Loligo sanpaulensis*, *Lophius gastrophysus*, *Percophis brasiliensis* e *Merluccius hubbsi* formaram o maior agrupamento desta fase, ocorrendo durante todo o ano, principalmente entre 45 e 60 metros de profundidade.

Grupo II: *Trachurus lathami* e *Pagrus pagrus* ocorreram nas três profundidades, sendo mais freqüentes nos meses de outono e inverno a 45 e 60 metros.

FASE II (Figura 25)

Grupo III: *Loligo sanpaulensis*, *Dules auriga*, *Porichthys porosissimus*, *Merluccius hubbsi*, *Lophius gastrophysus*, *Mullus argentinae* e *Trachurus lathami* formaram o maior agrupamento desta fase, ocorrendo durante todo o ano principalmente a 45 e 60 metros.

Grupo IV: *Dactylopterus volitans*, *Percophis brasiliensis*, *Paralichthys patagonicus* e *Pagrus pagrus* ocorreram principalmente nos meses de outono e início do inverno, sendo mais frequentes a 30 e 45 metros.

A análise conjunta dos resultados obtidos no agrupamento das espécies da FASE I e FASE II nos permitem verificar a existência de grupos recorrentes (I e III), com similaridade de 65,7 % de espécies comuns, ocorrendo principalmente nas profundidades de 45 e 60 m. Enquanto que os grupos II e IV formam-se eventualmente, de acordo com as variações na intensidade e deslocamento das águas de ressurgência.

AGRUPAMENTO DAS ESTAÇÕES

O dendrograma de classificação das coletas na Fase I , indicou a formação de 3 grupos que puderam ser associados com a temperatura, profundidade e a época do ano.

FASE I (Figura 26)

Grupo A: Todas as dez estações realizadas a 60 m e nove estações realizadas a 45 m no verão, sendo uma estação no outono e uma no inverno. As temperaturas variaram entre 14.3 e 19.2°C (média=15.2)

Grupo B: Três estações realizadas a 30 m nos meses de outono e primavera; uma estação a 45 m no inverno. As temperaturas variaram entre 14.5 e 20.4°C (média=16.9°C)

Grupo C: Quatro estações realizadas a 30 m nos meses de outono e inverno; duas estações a 45 m no outono. As temperaturas variaram entre 17.2 e 23.7°C (média=21°C)

FASE II (Figura 26)

Grupo D: Onze estações realizadas a 60 m; cinco estações a 45 m no verão e 1 estação a 30 m no verão. As temperaturas variaram entre 13.1 e 19.1°C (média=15.58°C).

Grupo E: Quatro estações a 45 m no outono / inverno; três estações a 30 m (outono / inverno) e uma estação a 60 m no outono. As temperaturas variaram entre 13.3 e 23.3°C (média=17.8°C)

Grupo F: Cinco estações a 30 m, sendo uma no verão e as restantes realizadas no inverno. As temperaturas variaram entre 14.3 e 22.3°C (média=18.8°C).

4. DISCUSSÃO

CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

A interpretação dos registros de temperatura-salinidade da água junto ao fundo obtidos durante este estudo está de acordo com os padrões descritos na região por vários autores (Moreira-da-Silva, 1965; Ikeda et al., 1971; Mascarenhas et al., 1971 ; Valentin, 1984 e Valentin et al., 1987).

Apesar de ocorrer grande variação nos valores mensais de temperatura, onde os máximos sucederam os mínimos, a maior frequência de águas de origem subtropical (ACAS) durante a primavera e o verão, e águas tropicais (CB), mais quentes e de salinidade elevada durante o outono e inverno pode ser associada ao predomínio de ventos de quadrante E-NE e S-SW, respectivamente, nessas estações do ano.

Embora não comparável às grandes regiões de ressurgência (costa oeste do Pacífico e Atlântico), a ressurgência de águas profundas e frias em Cabo Frio é sem dúvida um fator que condiciona um aumento na produtividade de suas águas costeiras. Os teores de nitrogênio por exemplo, passam de 5 μM em períodos normais a 10 μM , dependendo da intensidade do afloramento (Valentin & Kempf, 1977). Este aumento na concentração de nitrato apresenta-se inversamente relacionado com a temperatura ($r = - 0.80$) e diretamente relacionado com os teores de clorofila *a*, resultando num aumento da produção primária de 5 a 8 $\mu\text{g/L}$ (Gonzalez-Rodriguez, 1982).

Não foram encontradas diferenças significativas entre as profundidades e os parâmetros físico-químicos da água junto ao fundo, provavelmente devido à estreita faixa batimétrica amostrada durante o trabalho. Isto permitiu que as comparações sazonais ou mensais fossem feitas utilizando-se as médias de temperatura das três profundidades como variável ambiental.

DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA

A distribuição mensal das capturas em n/h demonstrou forte oscilação, não sendo possível reconhecer um padrão sazonal definido, embora rendimentos superiores a 300 ind/h de arrasto tenham sido obtidos apenas em três lances de pesca, entre 15°C e 17°C, em outubro, fevereiro e setembro. Por outro lado, as capturas em kg/h foram significativamente maiores nos meses de primavera e verão, e ambos os indicadores de abundância apresentaram os maiores rendimentos médios entre 45 e 60 m de profundidade, em temperaturas variando de 16°C a 18°C. Nesta faixa de temperatura Caris & Valentin (1975) encontraram as maiores concentrações de clorofila a para as águas de ressurgência em Cabo Frio. O aumento sazonal dos indicadores de abundância está em boa concordância com os regimes hidrográficos e com os ciclos de produtividade planctônica local. Conforme Valentin (1984), a biomassa fitoplanctônica média ao longo do ano é de 0.4 mg/m³ de clorofila a, sendo que os picos ocorrem geralmente durante o verão, quando podem atingir até 6.0 mg/m³ de clorofila a. Valentin & Moreira (1978), estimaram a biomassa zooplanctônica média em torno de 66 mg/m³ ao longo do ano, sendo os valores mais altos registrados em fevereiro e novembro, com mais de 200 mg/m³. A época favorável à ressurgência (outubro a abril), corresponde ao período no qual a presença de águas subtropicais (ACAS) e a passagem de ventos E-NE são mais frequentes e intensas.

De acordo com Andriguetto & Haimovici (1991), as estimativas de abundância para *Loligo sanpaulensis* na costa do Rio Grande do Sul revelam semelhanças ao encontrado em Cabo Frio, onde as capturas médias (n/h e kg/h) foram significativamente maiores na primavera e o estoque concentrou-se em profundidades variando entre 40 e 60 metros, em temperaturas entre 11°C e 18°C. Os maiores exemplares capturados, assim como as maiores médias de comprimento do manto, entre 63 e 88 mm, foram registrados entre 40 e 80 metros, embora a estrutura de comprimentos revelem diferenças mais acentuadas.

Essas informações também confirmam os padrões de distribuição indicados por Juanicó (1979), que encontrou a espécie concentrada antes dos 40 m e após os 100 metros. Castellanos (1967) e Vigliano (1985) indicam que a espécie é um recurso relativamente

abundante na Argentina, com desembarques de até 180 toneladas/ano, sendo capturada principalmente entre 60 e 80 m de profundidade. Infelizmente, as diferenças nas dimensões das redes utilizadas impedem uma comparação mais detalhada das abundâncias relativas.

Na verdade, no caso das amostras obtidas neste trabalho, a tentativa de associar padrões de abundância espacial com profundidades é pouco conclusiva, uma vez que a espécie pode ser encontrada em profundidades bem maiores que aquelas trabalhadas na amostragem e provavelmente, temperatura e disponibilidade de alimento são fatores mais relevantes no estabelecimento de padrões de abundância da espécie.

Do conjunto de informações analisadas, verifica-se uma marcada associação entre a distribuição da espécie e os sistemas frontais conhecidamente mais produtivos. No Rio Grande do Sul com águas subtropicais e no limite de influência da água subantártica da Corrente das Malvinas (Andrighetto & Haimovici, 1991). Na região de Cabo Frio esteve associada à penetração (ressurgência) de águas subtropicais (ACAS) em menores temperaturas e maior produtividade. Esta associação com sistemas oceânicos de maior produtividade é uma estratégia comum em nectontes de ciclo de vida curto e altamente migratórios como as lulas. Do ponto de vista pesqueiro, foi particularmente importante identificar estas associações no caso de espécies comercialmente ou ecologicamente importantes no Atlântico sul, como *Illex argentinus*, *Loligo gahi* e *Martialia hyadesi* (Rodhouse et al., 1992).

A análise da composição de comprimentos, em conjunto com as densidades representativas de cada faixa de profundidade e as proporções de machos e fêmeas adultos, indicou que a população provavelmente apresenta um mecanismo de segregação batimétrica entre juvenis e adultos.

Neste trabalho, as distribuições de frequência de comprimento apresentaram-se bimodais ou multimodais na maioria das estações do ano. Juanicó (1979) encontrou machos variando entre 24 e 144 mm e fêmeas de 28 a 112 mm, sendo a distribuição bimodal. Andrighetto (1989) encontrou machos de até 190 mm e fêmeas de até 160 mm, ambos com distribuição bimodal, sendo que machos predominaram em maiores tamanhos. Em ambos os

casos, os comprimentos máximos são maiores que aqueles registrados no presente estudo. Este fato poderia ser explicado por problemas de acessibilidade, uma vez que a espécie apresenta limites batimétricos superiores aos aqui analisados. Além disso, segundo Andriguetto (1989), a capturabilidade de exemplares maiores poderia ser reduzida quando se utilizam redes de arrasto com um único cabo real, como é o caso das amostras analisadas por Juanicó e neste trabalho.

CICLO REPRODUTIVO

A informação disponível com respeito à maturação e padrões reprodutivos ainda é escassa para muitas espécies de cefalópodes que vivem em regiões tropicais. De modo geral, os estudos que enfocam aspectos reprodutivos em cefalópodes têm indicado que as modificações fisiológicas e comportamentais decorrentes do processo reprodutivo (desenvolvimento da gônada, diminuição ou perda da atividade alimentar e crescimento somático) não são revertidas após a desova. Conseqüentemente, os cefalópodes (com poucas exceções) são considerados animais semélparos, ou seja, apresentam apenas um único período reprodutivo, mais ou menos prolongado, morrendo após o mesmo (Arnold & Williams-Arnold, 1977; Arnold, 1971; Boletzky, 1981; Boyle, 1990).

O processo de maturação sexual em *Loligo sanpaulensis* pode ser descrito com base no desenvolvimento das glândulas nidamentais e do testículo como indicadores quantitativos de maturidade sexual. Macy (1982) considerou estes órgãos como os indicadores mais precisos de desenvolvimento gonadal em *Loligo pealei*. Durward et al., (1979) demonstraram que o desenvolvimento das glândulas nidamentais apresentou alta correlação com os estádios de desenvolvimento gamético em fêmeas de *Illex illecebrosus*. Andriguetto (1989), após testar a validade de diversos índices em *Loligo sanpaulensis*, indicou o comprimento do testículo e da glândula nidamental como os melhores indicadores quantitativos de desenvolvimento gonadal. Segundo o mesmo autor, este índice tem ainda a vantagem de ser facilmente determinável, ao contrário de outros que requerem a dissecação e pesagem do aparelho reprodutivo.

O desenvolvimento das glândulas nidamentais e do testículo demonstrou um alto coeficiente de correlação com o comprimento do manto, mas foi claramente distinto entre sexos. Embora machos e fêmeas iniciem o processo de maturação na mesma época do ano, o desenvolvimento gonadal nos machos é um processo contínuo, como indicado pela sua relação linear com o tamanho do corpo. De modo contrário, o desenvolvimento das glândulas nidamentais nas fêmeas é fortemente alométrico, sendo lento nas lulas pequenas e acelerando exponencialmente conforme atinge maiores tamanhos.

Os valores médios dos índices gonadossomáticos estão de acordo com aqueles encontrados por Andriguetto (1989), onde os valores máximos oscilaram entre 0.3 e 0.4. Isto indica que as amostras podem ser consideradas representativas da variação biológica encontrada para a espécie em relação a esses indicadores.

A variação mensal dos índices gonadais (IGN,IT), indicou que a população apresenta dois amplos períodos de maturação gonadal ao longo do ano. Mesmo considerando a grande variação no conjunto de dados, algumas tendências podem ser observadas. O início do processo de maturação, indicado pelo aumento nos valores médios dos índices gonadossomáticos, ocorre em abril e outubro, atingindo picos em agosto e fevereiro, respectivamente. A desova deve ocorrer pelo menos em fins de verão e no inverno. Juvenis e animais imaturos puderam ser observados em qualquer época do ano, mas os picos no recrutamento ocorreram logo após uma diminuição abrupta nas proporções de machos e fêmeas adultos nas amostras (embora as proporções referem-se aos percentuais na composição de cada amostra, e não refletem as abundâncias temporais). Isto sugere que recrutas e animais desovantes alternam-se temporal e espacialmente, e que provavelmente ocorre emigração de adultos da área de amostragem. Na verdade, a ausência de fêmeas desovadas e a ocorrência sazonal alternada nas proporções de recrutas e adultos nas amostras são evidências indiretas de que um padrão migratório pode estar envolvido no ciclo reprodutivo de *L.sanpaulensis*. A identificação das desovas e informações sobre a presença de larvas no plancton poderiam esclarecer melhor esses aspectos e auxiliar na

interpretação dos resultados no sentido de estabelecer a área de desova da espécie e seus movimentos migratórios.

Padrões migratórios verticais ("in-off shore") geralmente estão vinculados com alimentação e desova. A desova pode ocorrer de forma estritamente sazonal, ou ao longo de todo ano. O tamanho e a idade em que ocorre pode variar amplamente para uma mesma espécie. Assumindo que fatores externos determinam a velocidade com que se desenvolve o ciclo de vida (Mangold, 1987), esta grande variação de tamanhos seria exatamente o que se esperaria ocorrer. A sazonalidade na desova provavelmente ocorre quando uma população, ou parte dela, experimenta mais ou menos as mesmas condições de luz, temperatura e disponibilidade de alimento durante seu ciclo de vida. Alguns autores propõem um modelo especial para espécies que vivem em climas temperados, com períodos de desova prolongados, ou com dois picos anuais. Este modelo, conhecido como modelo de Mesnil, envolve alternância de gerações e pressupõe que parcelas populacionais maturam e desovam em comprimentos e idades diferentes, basicamente em consequência de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do seu ciclo de vida. Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas nos comprimentos médios de primeira maturação gonadal para os animais analisados nos diferentes períodos de desova (verão e inverno). Tal fato poderia ser explicado porque as amostras obtidas neste estudo provêm de uma faixa latitudinal e batimétrica bastante limitada, o que certamente dificulta uma abordagem adequada para interpretação dos deslocamentos espaciais da espécie.

Os dados disponíveis sobre a distribuição espacial e abundância da espécie indicam que as variações na abundância da população estiveram fortemente relacionadas com a ocorrência sazonal da ressurgência costeira, principalmente durante os meses de primavera e verão (Costa & Fernandes, 1993 a). Durante este período, os ventos fortes de E-NE derivam as águas superficiais da Corrente do Brasil para fora da costa, e permitem que águas subtropicais profundas e mais produtivas (ACAS) cheguem à superfície. Até o presente, ainda não se dispõe de evidências diretas de como este fenômeno afeta o ciclo de vida de *L. sanpaulensis* como um todo, mas sabe-se que este mecanismo resulta em áreas de

maior produtividade, que por sua vez podem aumentar a disponibilidade de recursos alimentares para a espécie. Além disso, Costa & Haimovici (1990) demonstraram um comportamento fortemente sazonal nos desembarques de lulas provenientes da pesca de arrasto no litoral do Rio de Janeiro. Indiretamente, os melhores rendimentos e as áreas de pesca mais produtivas puderam ser associados aos regimes de vento e períodos de ressurgência em Cabo Frio.

Entre as diversas espécies de loliginídeos estudadas, algumas reproduzem-se apenas uma vez em determinada época, enquanto outras apresentam períodos reprodutivos prolongados com picos sazonais, ou mesmo reproduzem-se durante todo o ano.

Na verdade, *Loligo sanpaulensis* parece apresentar um ciclo de vida bastante similar ao de outras espécies de loliginídeos (Fields, 1965; Holme, 1974; Summers, 1968, 1969, 1971; Vovk, 1978; Hixon et al., 1981; Worms, 1983; ver também revisões em Boyle, 1983). Mangold (1987) classificou estas espécies como desovantes anuais, mas com picos de atividade a nível populacional. Em águas costeiras (<100 m) quase a totalidade dos indivíduos são adultos ou imaturos, indicando que as desovas e o recrutamento provavelmente ocorram em águas com profundidades inferiores a 100 metros (Hatfield et al., 1990). As lulas jovens migram para águas mais profundas ao longo da plataforma continental em direção ao talude, enquanto alimentam-se e maturam. Os animais adultos migram de volta para áreas costeiras para desovar, morrendo (ou emigrando) da área em seguida. Geralmente, as variações na abundância local (principalmente refletidas nas estações de pesca) resultam da presença de dois ou mais grupos desovantes na população, como foi recentemente demonstrado para *Loligo gahi* na Patagônia (Hatfield & Roadhouse, 1991) e para *Loligo vulgaris reynaudii* na África do Sul (Augustyn, 1990).

Andriguetto (1989) estudando alguns aspectos da dinâmica populacional de *L. sanpaulensis* na plataforma continental e talude nas áreas ao sul de sua distribuição (30-34°S), encontrou animais maduros e fêmeas fertilizadas durante todo o ano, porém com maior frequência durante os meses de verão e inverno, em profundidades inferiores a 100 metros. As amostras de Andriguetto sugerem ainda a existência de dois grupos desovantes

com tamanhos (e provavelmente idades) diferentes, segregados espacialmente; os menores junto a costa e os maiores além da isóbata de 40 metros, o que concorda parcialmente com os dados aqui apresentados.

A estimativa de comprimento médio de primeira maturação gonadal obtida em Cabo Frio encontra-se bem dentro dos limites apresentados por e Andriguetto (1989) e, em menor escala, com aqueles apresentados em Juanicó (1983). As diferenças podem ser atribuídas às interações com o ambiente, características genéticas ou condições demográficas (Sterns & Crandall, 1984), ou ainda pelo caráter pontual das amostras.

ALIMENTAÇÃO

Os cefalópodes são predadores ativos, que se alimentam de presas vivas durante todo o seu ciclo de vida. No caso das lulas, são considerados um elo de transferência energética fundamental entre as cadeias tróficas bentônicas e pelágicas, devido ao hábito demersal diurno e dispersão na coluna d'água durante a noite (Caddy, 1983).

Normalmente, o comportamento alimentar envolve uma grande fragmentação das presas e a ingestão de pequenos pedaços. No caso dos peixes, a cabeça, coluna vertebral e o sistema digestivo são desprezados. Na maior parte dos casos, este comportamento dificulta o processo de identificação das presas, principalmente em espécies de pequeno porte como *Loligo sanpaulensis*. Consequentemente, a identificação do conteúdo estomacal abaixo do nível de classe ou ordem é sempre acompanhada de extrema dificuldade (Amaratunga, 1983).

Os resultados obtidos no presente estudo indicaram que lulas, crustáceos e peixes são ingeridos como alimento, embora as proporções relativas modifiquem-se durante a ontogenia da espécie. Em algumas ocasiões, a presença de lulas quase incólumes nos conteúdos estomacais puderam ser consideradas como ingestão acidental durante a captura, dentro da rede de arrasto (Summers, 1983). Entretanto, o canibalismo parece ser um comportamento comum em espécies da família Loliginidae em várias regiões (Fields, 1965,

Loukashkim, 1977; Worms, 1983; e muitos outros), inclusive para a mesma espécie (Andriguetto, 1989).

Em omastrefideos, o canibalismo geralmente aumenta com o tamanho e tem sido apontado como um recurso energético alternativo associado a comportamentos migratórios (Amaratunga, 1983).

Os estudos feitos com outras espécies da família apresentam dados similares com relação à composição da dieta, ao passo que as diferenças na atividade diária de alimentação são mais marcantes. No caso de *L.sanpaulensis*, a variação na composição das presas pode ser associada com o tamanho do predador. Conforme os animais aumentam de tamanho, a dieta passa de crustáceos à peixes e lulas. Do ponto de vista funcional, *L.sanpaulensis* seria um predador basicamente planctônico enquanto juvenil, passando a um predador nectônico ou micronectônico quando adulto em animais maiores que 70 mm de CM. Esta mudança para níveis tróficos mais elevados pode ser confirmada pela alta frequência de eufausiáceos na dieta de animais menores que 60 mm, e a predominância de lulas e peixes em animais maiores. Tais mudanças podem estar associadas às modificações morfológicas que decorrem do crescimento, aumentando a eficácia de predação com a forma mais hidrodinâmica do corpo e maior velocidade de ataque (Packard, 1969). Por outro lado, uma dieta a base de peixes possui menor valor energético por unidade de peso do que uma a base de crustáceos (O'Dor et al., 1980). A vantagem seria uma redução do custo metabólico na captura de um grande número de pequenas presas como crustáceos (Dawe, 1988).

Para muitas espécies do gênero *Loligo* a atividade alimentar inicia-se ao entardecer, como demonstrado para *Loligo gahi* na Patagônia (Hatfield et al., 1990), *L.forbesi* (Gaard, 1987) e *L.pealei* no Atlântico Norte (Vovk, 1985). Praticamente não se dispõe de dados sobre atividade alimentar durante a noite, quando as lulas sabidamente dispersam-se na coluna d'água. A taxa digestiva dos Teuthoidea é consideravelmente maior que em Sepioidea ou Octopoda. De acordo com Nesis (1987), a digestão em loliginídeos leva de 4 a 6 horas em temperaturas de 18°C; em *Illex*, que vive em águas mais frias (8-13°C), a digestão se completa em aproximadamente 12 horas. Estes dados foram decisivos na

utilização do índice de repleção do ceco digestivo como indicador sazonal da atividade alimentar, considerando que amostras foram diurnas. Os resultados obtidos foram comparativamente mais consistentes e menos variáveis que aqueles demonstrados pelo índice de repleção estomacal.

Os períodos de maior atividade alimentar não estiveram associados propriamente à época do ano, mas aos ciclos de produtividade planctônica, pelo que se depreende da relação entre as maiores proporções de cecos cheios e as menores médias de temperatura.

A atividade alimentar foi crescente em animais entre 20 e 50 mm de CM, faixa em que mais de 80 % dos animais apresentaram os cecos cheios. É provável que o processo de maturação sexual atue como efeito subjacente ao tamanho dos indivíduos, pois a atividade alimentar diminui em comprimentos acima do L₅₀. Estes resultados parecem concordar com a tendência geral observada em cefalópodes, onde os animais diminuem a atividade alimentar conforme aumentam em tamanho, interrompendo a alimentação antes da desova. Na costa do Rio Grande do Sul, Andriguetto (1989) encontrou as frequências mais altas de estômagos cheios em animais maiores. Segundo este autor, as possíveis explicações para este fato seriam uma melhor eficiência na captura, assim como o maior requerimento energético dos animais que maturam.

ASSOCIAÇÕES COM A ICTIOFAUNA

Segundo Ludwig & Reynolds (1988), as interações entre espécies podem ser estudadas através de três maneiras: análise de associações (agrupamentos), análise de correlação (covariação) e sobreposição de nichos alimentares (Pertraits, 1979), que comparam a utilização de recursos entre espécies. Neste estudo foram empregadas apenas as técnicas de agrupamento e de covariação, uma vez que não se dispõe de dados quantitativos sobre a disponibilidade dos recursos alimentares, necessários para a avaliação de sobreposição de nichos.

De uma maneira geral, os agrupamentos formados pelas espécies durante os dois ciclos anuais de amostras (Fase I e Fase II) foram coincidentes. Entretanto, apenas o

agrupamento formado por cinco espécies (*Porichthys porosissimus*, *Dules auriga*, *Loligo sanpaulensis*, *Merluccius hubbsi* e *Lophius gastrophysus*) foi persistente em ambas as fases. Essas espécies representaram em conjunto uma abundância relativa de 33.8 % da biomassa total, e uma distribuição temporal relativamente frequente ao longo de todo o ano.

Dos agrupamentos restantes, envolvendo *Trachurus lathami* e *Pagrus pagrus* (Fase I) e *Pagrus pagrus*, *Percophis brasiliensis* e *Paralichthys patagonicus* (Fase II), observaram-se variações sazonais e batimétricas, que puderam ser associadas principalmente com a temperatura da água junto ao fundo.

Trabalhando com a mesma fonte de amostras e material, Fagundes Netto e Gaelzer (1991), indicaram que a composição e a abundância da ictiofauna local, assim como a sua distribuição e o deslocamento de espécies, variam de acordo com a intensidade e duração do fenômeno da ressurgência na região. A ictiofauna encontrada entre 45 e 60 m durante os períodos de subsidência se desloca para profundidades menores (< 45 m) durante os períodos de ressurgência. Desta forma, explicam as variações na composição dos agrupamentos e apontam a penetração de águas subtropicais sobre a plataforma (ACAS) como o elemento chave dos deslocamentos batimétricos.

Os resultados obtidos neste estudo confirmam as conclusões acima descritas. O padrão gerado pelo agrupamento das estações indica que a reunião das amostras relacionou-se não só com a profundidade, mas principalmente com a temperatura da água junto ao fundo e a época do ano.

A análise de agrupamento indicou que *Porichthys porosissimus*, *Dules auriga*, *Merluccius hubbsi*, e *Lophius gastrophysus* são as espécies associadas com *Loligo sanpaulensis*. A estas espécies agregam-se sazonalmente *Trachurus lathami*, *Percophis brasiliensis*, *Pagrus pagrus* e *Mullus argentinae*, de acordo com a intensidade dos afloramentos.

L.sanpaulensis, *M.hubbsi* e *T.lathami* são espécies que habitam toda a coluna d'água, sendo integrantes do nécton demersal e pelágico. Segundo Mello et al. (1992), essas espécies realizam migrações verticais para predar sobre o zooplâncton e juvenis de

Engraulis anchoita, e compõem a principal associação de espécies pelágicas no sul do Brasil.

A análise de covariação mostrou que *Loligo sanpaulensis* interagiu positivamente com duas espécies do nécton demersal e pelágico, *Trachurus lathami* e *Mullus argentinae*. Segundo Schwingel (1991), *Trachurus lathami* apresenta uma dieta basicamente planctônica, sendo microcrustáceos (eufausiáceos) e pequenos peixes os itens dominantes, o que sugere a utilização de recursos semelhantes. De qualquer forma, não se descarta a possibilidade de que algumas dessas interações não sejam apenas um reflexo das semelhanças e diferenças nos requerimentos ambientais.

Os agrupamentos puderam ser analisados com base no comportamento alimentar das principais espécies (Tabela 10). Os resultados confirmam a presença de loliginídeos nos conteúdos estomacais de alguns teleósteos demersais, como *Pagrus pagrus* (Capitoli e Haimovici, 1993), *Merluccius hubbsi* (Haimovici et al., 1993) e *Percophis brasiliensis* (Santos, 1992).

Do conjunto de informações apresentadas, infere-se que pelo menos parte da principal associação estaria relacionada com a disponibilidade de alimento. *L. sanpaulensis* integra a associação servindo de presa para *M. hubbsi*, *P. brasiliensis*, e *P. pagrus* e provavelmente compartilhando recursos alimentares com *T. lathami* e juvenis de *M. hubbsi*. A presença de *L. gastrophysus* pode ser atribuída pela predação sobre *M. hubbsi* e *M. argentinae* (Fagundes Netto, com.pess.). A associação dessas espécies com *P. porosissimus* e *D. auriga* já seria mais difícil de se explicar.

Na Figura 27, temos a representação das possíveis interações tróficas entre estas espécies de acordo com as suas respectivas distribuições verticais na coluna d'água.

Embora as técnicas de agrupamento tenham certas limitações no delineamento de comunidades nectônicas (altamente dinâmicas), podem sugerir hipóteses e/ou razões para o estudo destas associações, assim como orientar novas pesquisas. A formulação de teorias ou modelos que buscam representar tais comunidades devem considerar além de tudo o impacto da pesca sobre a sua estrutura. Neste caso, a forma com que uma pescaria se

desenvolve, se é dirigida ou explora recursos múltiplos, seu grau de seletividade e o esforço aplicado sobre os estoques pode alterar com grande velocidade a composição destas comunidades (Longhurst & Pauly, 1987). Na verdade, dentre as espécies consideradas, várias apresentam valor comercial, como a merluza (*Merluccius hubbsi*), a trilha (*Mullus argentinae*), o pargo (*Pagrus pagrus*), as lulas (*Loligo sanpaulensis*, *Loligo plei*) e o peixe sapo (*Lophius gastrophysus*), sendo exploradas ao longo de todo o litoral sudeste-sul do Brasil

As futuras investigações deveriam testar as variações anuais e sazonais destas associações com experimentos de campo conduzidos com hipóteses específicas, assim como obter dados mais adequados para a formulação de modelos trofodinâmicos. Estes dados seriam extremamente valiosos no sentido de elucidar mais claramente o papel de *Loligo sanpaulensis* e outras espécies economicamente importantes no ecossistema costeiro de Cabo Frio.

CONCLUSÕES

- As médias de captura em peso (kg/h) e número (n/h) apresentaram maiores rendimentos em associação com águas de origem subtropical, a Água Central do Atlântico Sul, em temperaturas variando de 16°C a 18°C.
- O processo de maturação sexual em *Loligo sanpaulensis* pode ser descrito com base no desenvolvimento das glândulas nidamentais e do testículo como indicadores quantitativos de maturidade.
- Nos machos, o aumento em comprimento do testículo é isométrico com o crescimento do manto, ajustando-se ao modelo linear. De modo contrário, o desenvolvimento das glândulas nidamentais nas fêmeas é fortemente alométrico.
- O comprimento médio de primeira maturação sexual (L₅₀) foi de 65.7 mm para fêmeas e 47.9 mm para machos. Independente da época do ano, todos os machos apresentaram-se maturos a partir de 70 mm de CM e todas as fêmeas a partir de 80 mm de comprimento do manto.
- Animais maturos alternam-se espacialmente com recrutas, com picos de atividade a nível populacional. A espécie parece desovar pelo menos duas vezes ao ano, no verão e no inverno, correspondendo a pelo menos dois grupos desovantes na população.
- As preferências alimentares de *L. sanpaulensis* incluem, em ordem crescente de importância, lulas crustáceos e peixes. A predação sobre crustáceos, principalmente eufausiáceos planctônicos, tende a ser maior em juvenis e subadultos. Conforme os animais crescem e maturam, a dieta passa à peixes e lulas.
- Os períodos de maior atividade alimentar estiveram associados aos ciclos de produtividade planctônica em regimes de ressurgência e baixas temperaturas.
- A intensidade na alimentação foi crescente em animais entre 20 e 50 mm de comprimento do manto, faixa em que mais de 50 % dos animais apresentaram-se com os cecos cheios. É provável que o processo de maturação sexual atue como efeito subjacente ao tamanho, pois a atividade alimentar diminui em comprimentos acima do L₅₀.

- A relação peso-comprimento ajustou-se ao modelo potencial, sendo descrita através da equação $P = 0.00049 \text{ CM}^{2.406}$ para os machos, e $P = 0.00030 \text{ CM}^{2.543}$ nas fêmeas.

-*Loligo sanpaulensis* associou-se positivamente com *Trachurus lathami*, *Mullus argentinus* e *Merluccius hubbsi*. À esta associação atribuiu-se a utilização de recursos semelhantes como o principal fator de agrupamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaratunga, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystem. Pages 379-415 in: J. F. Caddy (Ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap.: 231, 452 p.
- Andriguetto, J. M. F. 1989. Abundância, distribuição, hábitos alimentares e ciclo reprodutivo de *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda : Myopsida) na plataforma costeira e talude superior do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de mestrado, Universidade Federal do Paraná, 155 p.
- Andriguetto, J. M. F. & M. Haimovici. 1991. Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda : Loliginidae) in southern Brazil. Scient. Mar. 55 (4): 611-618.
- Arnold, J. M. 1971. Cephalopods. In: G. Reverberi (Ed.). Experimental embryology of marine and freshwater invertebrates. Amsterdam: North Holland Publishing Co.
- Arnold, J. M. & L.D. Williams-Arnold. 1977. Reproduction of marine invertebrates, 4. Pages 243-290 in A. C. Giese & J. S. Pearse (Eds). Cephalopoda: Decapoda. London and New York: Academic Press.
- Augustyn, C. J. 1990. Biological studies of the choker squid *Loligo vulgaris* Reynaudii (Cephalopoda: Myopsida) on spawning grounds off the south-east coast of south Africa. S.Afr. J. Mar. Sci. 9: 11-26.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiuseculus flavenses* (Gobiidae). Mar. Biol. 50: 263-273.
- Boletzky, S.V. 1981. Morphologie de L'ouef et mode de ponte chez *Pteroctopus tetracirrhus* (Mollusca: Cephalopoda). Vie Milieu 31(3-4): 255-259.
- Boyle, P.R. 1983. Cephalopod Life Cycles. Vol.I. Species Accounts. Academic Press Inc., London (Ltda), 475 p.
- Boyle, P. R. 1990. Cephalopod biology in the fisheries context. Fish. Res 8: 303-321.
- Brakoniecki, T.F. 1984. A full description of *Loligo sanpaulensis*, Brakoniecki, 1984 and a redescription of *Loligo gahi* D'Orbigny, 1835. Two species of squids Cephalopoda : Myopsida) from the Southwest Atlantic. Bull. Mar. Sci., 34(3): 435-448.
- Caddy, J. F. 1983. Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Paper, 231: 452 p.
- Cailliet, G.M.; K.A. Karpov & D. A. Ambrose. 1979. Pelagic assemblages as determined from purse seine and large midwater trawl catches in Monterrey Bay and their affinities with the market squid, *Loligo opalescens*. CALCOFI Reports XX: 21-30.
- Capitoli, R. R. & M. Haimovici. 1993. Alimentacion del besugo *Pagrus pagrus* en el extremo sur del Brasil. Pub.Com.Mix.Fr.Mar. Vol.14, Sec. A: 81-86.
- Caris, M.E. & J.L. Valentin. 1975. O plancton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil). VIII. A Clorofila a. Um balanço de dois anos de estudo na estação fixa principal. Inst. Pesq. Mar. Rio de Janeiro Public. 91, 27 p.

- Castellanos, Z. J. A. 1967. Contribución al estudio biológico de *Loligo brasiliensis*. Bl. Bol. Inst. Biol. Mar., 14: 5-35.
- Costa, P.A.S. & F.C. Fernandes. 1993 a. Seasonal and spatial changes of cephalopods caught in the Cabo Frio (Brazil) upwelling ecosystem. Bull. Mar. Sci. 52(2): 751-759.
- Costa, P.A.S. & F.C. Fernandes. 1993 b. Reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda:Loliginidae) in the Cabo Frio region. Mar. Ecol. Progr. Ser., 101:91-99.
- Costa, P.A.S. & M. Haimovici. 1990. A pesca de polvos e lulas no litoral do Rio de Janeiro. Ciênc. Cult., 42(12): 1124-1130.
- Dawe, E. G. 1988. Length-weight relationships for short-finned squid in Newfoundland and the effect of diet on condition and growth. Transactions of the American Fish. Society 117:591-599.
- Durward, R.D.; T. Amaratunga & R. K. O'Dor. 1979. Maturation index and fecundity for female squid *Illex illecebrosus* (LeSueur, 1821). ICNAF Res. Bull. 14: 68-72.
- Fager, E. W. & A. R. Longhurst. 1968. Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea. J. Fish. Res. Board Can. 25: 1405-1421.
- Fagundes Netto, E.B. & L.R. Gaelzer. 1991. Associações de peixes bentônicos e demersais na região do Cabo Frio, RJ, Brasil. Nerítica 6: 139-156.
- Fields, W.G. 1965. The structure, development, food relations, reproduction and life history of the squid *Loligo opalescens* Berry. Calif. Dept. Fish & Game, Fish. Bull. 131: 1-108.
- Gaard, E. 1987. An investigation of the squid *Loligo forbesi* Steenstrup on Faroe Bank. ICES CM 1987/K:18, 9p.
- Gonzalez-Rodriguez, E.; J. L. Valentin; D.L. André & S. A. Jacob. 1992. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil) : comparison of biomass and primary production responses. Journal of Plankton Research 14(2): 289-306.
- Gonzalez-Rodriguez, E. 1982. La resurgence de Cabo Frio (RJ, Brésil): Fertilité, Facteurs nutritionnels limitant la biomasse algale; essai d'amélioration. Doctorat d'3^{ème}. Université D'Aix-Marseille II, France, 112 p.
- Haimovici, M. & J. M. Andriquetto, 1986. Cefalópodes costeiros capturados na pesca de arrasto do litoral Sul do Brasil. Arq. Biol. Technol. 29(3): 473-495.
- Haimovici, M. & J. A. A. Perez. 1991. Coastal cephalopod fauna of Southern Brazil. Bull. Mar. Sci., 49 (1-2): 221-230.
- Haimovici, M.; A.S. Martins; R.L. Teixeira. 1993. Distribución, alimentación y observaciones sobre la reproducción de la merluza, *Merluccius hubbsi* en el sur de Brasil. Publ. Com. Mixt. Fr. Mar. Vol. 14 Sec A: 33-40.
- Hatanaka, H.; S. Kawahara; Y. Vozumi & S. Kasahara. 1985. Comparison of the life cycles of five Ommastrephidae squids fished by Japan. NAFO Sci. Coun. Studies 9: 59-68.
- Hatfield, E. M. C.; P. G. Rodhouse & J. Porebski. 1990. Demography and distribution of the Patagonian squid (*Loligo gahi* D'Orbigny) during the austral winter. J. Cons. Int. Explor. Mer 46:306-312.

- Hatfield, E. M. C. & P. G. Rodhouse. 1991. Biology and fishery of the Patagonian squid *Loligo gahi* (D'Orbigny, 1835): A review of current knowledge. J. Cephal. Biol. 2(1): 41-49.
- Hayashi, Y. 1970. Studies on the maturity condition of the common squid. I. A method of expressing maturity condition by numerical values. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36: 995-999.
- Hixon, R. F.; R. T. Hanlon & W. H. Tulet. 1981. Growth and maximal size of the long-finned squid *Loligo pealei* in the Northwestern Gulf of Mexico. J. Shellfish Res. 1(2): 181-186.
- Holme, N. A. 1974. The biology of *Loligo forbesi* Steenstrup (Mollusca: Cephalopoda) in the Plymouth area. J. mar. biol. Ass. U. K. 54: 481-503.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429.
- Ikeda, Y.; L. B. Miranda & N. J. Rock. 1971. Observations on stages of upwelling in the region of Cabo Frio (Brazil) as conducted by continuous surface temperature and salinity measurements. Pages 74-97, In: Proceedings of the United Nations Panel Meeting on the Establishment and Implementation of Research Programmes in Remote Sensing. Report 14, United Nations, New York.
- Juanicó, M. 1979. Squid spatial patterns in a two species mixed fishery off southern Brazil. Proc. Intl. Squid Symp., Boston.
- Juanicó, M. 1983. Squid maturity scales for population analysis. Pages 341-378 in J. F. Caddy (Ed.). Advances in assessment of world cephalopods resources. FAO Fish Tech. Paper 231.
- Legendre, L. & P. Legendre. 1983. Numerical Ecology. Developments in environmental modeling 3. Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam, Oxford, New York, 419 p.
- Longhurst, A. R. & D. Pauly. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic Press, New York, 337 p.
- Loukashkin, A. S. 1977. On biology of the market squid *Loligo opalescens*, a contribution toward the knowledge of its food habits and feeding behavior. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Repts. 18: 109-111.
- Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology - A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York, 337p.
- Macy, W. K. III. 1982. Development and application of an objective method for classifying long-finned squid, *Loligo pealei*, into sexual maturity stages. Fish. Bull. 80(3): 449-459.
- Mangold, K. M. 1987. Reproduction. Pag. 157-200 in: P. R. Boyle (Ed) Cephalopod Life Cycles, Vol.2. Academic Press, London.
- Martins, A. S. 1992. Bioecologia do peixe - espada *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758, no sul do Brasil. Tese de mestrado, Universidade do Rio Grande, Brasil, 149 p.

- Mascarenhas, A. S.; L. B. Miranda & N. J. Rock. 1971. A study of the oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. Pages 285-308 In: J. D. Costlow Jr (Ed.). Fertility of the Sea. New York, Gordon and Breach, 484 p.
- Mello, M. R.; J. P. Castello & K. M. F. Freire. 1992. Asociación de espécies pelágicas marinas en el sur de Brasil durante inverno y primavera. Frente Marítimo 11(Sec A): 63-69.
- Moreira-da-Silva, P. de C. 1965. Problemas da circulação oceânica nas águas brasileiras. An. Acad. Bras. Ciênc., 37 supl.:157-158.
- Nesis, K. N. 1987. Cephalopods of the world. T. F. H. Publications, Neptune City, NJ, 351 p.
- O'Dor, R. K.; R. D. Durward; E. Vessey & T. Amaratunga. 1980. Feeding and growth in captive squid, *Illex illecebrosus*, and the influence of food availability on growth in natural population. ICNAF Sel. Papers 6: 15-21.
- Packard, A. 1969. Jet propulsion and the giant fibre response of *Loligo*. Nature 221: 875-877.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM, Manila, Filipinas, 325 p.
- Pertraits, P.S. 1979. Likelihood measures of niche breadth and overlap. Ecology, 60 (4) : 703-710.
- Rocha, C. T. & Costa, C.S.B. 1988. Ordenação e distribuição das macrófitas vasculares de um pequeno lago de águas doces e rasas em Rio Grande (RS). Ciênc. Cult. 40 (2) : 164-172.
- Rodhouse, P. G.; C. Symon & E. M. C. Hatfield. 1992. Early life cycle of cephalopods in relation to the major oceanographic features of the southwest Atlantic Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 89: 183-195.
- Roper, C. F. E. ; M. J. Sweeney & C. F. Nauen. 1984. FAO Species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis No. 125 Vol.3. 277 p.
- Santos, R.A. 1992. Relações tróficas do calamar argentino *Illex argentinus* (Castellanos, 1960)(Teuthoidea: Ommastrephidae) no sul do Brasil. Tese de mestrado, Universidade do Rio Grande, Brasil, 85 p.
- Schwengel, P. R. 1991. Alimentação de *Engraulis anchoita* (Clupeiformes, Engraulidae) na plataforma continental do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de mestrado, Universidade do Rio Grande, Brasil, 99 p.
- Siegel, S. 1975. Estatística não-paramétrica. McGraw-Hill do Brasil Ltda. 350 p.
- Sterns, S. C. & R. E. Crandall. 1984. Plasticity for age size at sexual maturity: A life history response to unavoidable stress. Pages 13-30 in: G. W. Potts & R. J. Wotton (Eds.). Fish reproduction: Strategies and Tactics. Academic Press, London.
- Summers, W. C. 1968. The growth and size distribution of current year class *Loligo pealei*. Biol. Bull. 135: 366-377.

- Summers, W. C. 1969. Winter population of *Loligo pealei* in the mid-Atlantic bight. Biol. Bull. 137: 202-216.
- Summers, W.C. 1971. Age and growth of *Loligo pealei*, a population study of the common Atlantic coast squid. Biol. Bull. 141: 189- 201.
- Summers, W.C. 1983. *Loligo pealei*. In: Cephalopod Life Cycles, Vol.I. Species Accounts. P. R. Boyle (Ed.). Academic Press Inc. (London) Ltd. 475 p.
- Thomsen, H. 1962. Massas de agua características del Oceano Atlantico. Parte Sudoeste. Serv. Hidrogr. Naval Rep. Argentina doc.632, 21 p.
- Valentin, J.L. & M. Kempf. 1977. Some characteristics of the Cabo Frio upwelling (Brazil). CUEA Newsletter, 6 (2):18-21
- Valentin, J. L. & A. P. Moreira. 1978. A matéria orgânica de origem zooplancônica nas águas de ressurgência de Cabo Frio (Brasil). Ann. Acad. Bras. Ciênc., 50 (1): 103-112.
- Valentin, J. L. 1984. Analyse des parametres hydrobiologiques dans la remontee de Cabo Frio (Bresil). Mar. Biol. 82: 259-276.
- Valentin, J. L.; D. L. André & S. A. Jacob. 1987. Hydrobiology in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: two dimensional structure and variability during a wind cycle. Cont. Shelf Research 7(1): 77-88.
- Valentin, J.L. & R. Coutinho. 1990. Modelling maximum chlorophyll in the Cabo Frio Brazil upwelling: a preliminary approach. Ecol. Model. 52:103-113.
- Valentin, J.L. 1992. Modeling of the vertical distribution of marine primary biomass in the Cabo Frio upwelling region. Ciênc. Cult., 44 (2/3):178-183.
- Ventura, C.R.R. & F.C. Fernandes. 1993. Bathymetric distribution and population size structure of paxillosid seastars (Echinodermata) in the Cabo Frio upwelling ecosystem of Brazil. Bull.Mar Sci, 54 (3): no prelo.
- Vieira, P.C. 1990. Biologia populacional de *Cynoscion striatus* no litoral sul do Brasil. Tese de Mestrado, Universidade do Rio Grande, Brasil, 223 p.
- Vigliano, P. H. 1985. Contribucion al conocimiento de la biologia de *Loligo brasiliensis* Blainville, 1823 (Mollusca, Cephalopoda) en aguas argentinas. PhD Thesis, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 183 p.
- Vovk, A. N. 1978. Peculiarities of the seasonal distribution of the North American squid *Loligo pealei* (Lesueur 1821). Malacological Review 11: 130.
- Vovk, A. N. 1985. Feeding spectrum of longfin squid (*Loligo pealei*) in the Northwest Atlantic and its position in the ecosystem. NAFO Science Council Studies. 8: 33-38.
- Worms, J. 1983. *Loligo vulgaris*. In: Cephalopod Life Cycles. Vol.I. Species Accounts. P.R. Boyle (Ed.). Academic Press Inc. (London) Ltd. 475 p.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice - Hall, London, second ed., 718 p.

TABELAS

Tabela 1. Desembarques em toneladas de lulas e polvos registrados nas estatísticas de pesca da região sudeste-sul do Brasil entre 1979 e 1987.

ANO	L U L A S				P O L V O S				
	RS	SC	SP	RJ	RS	SC	SP	RJ	TOTAL
1979	8	85	205	189	*	39	124	40	690
1980	0	27	93	257	*	19	65	47	508
1981	0	88	109	330	*	25	82	61	694
1982	0	119	153	*	*	49	162	*	483 #
1983	26	77	110	*	*	18	33	*	264 #
1984	3	74	174	*	*	12	59	*	322 #
1985	0	228	262	688	*	34	130	285	1.627 #
1986	34	890	325	944	*	17	86	365	2.627 #
1987	1	675	332	447	*	33	162	256 #	1.896 #

Fonte: Costa & Haimovici (1990).

(*) = dados inexistentes ; (#) = dados incompletos.

Tabela 2. Escala macroscópica utilizada na determinação dos estádios de maturidade sexual de *Loligo sanpaulensis* (Adaptada de Juanicó, 1983 e Andriguetto, 1989).

	FÊMEAS	MACHOS
(J) Juvenis	Animal que não se pode sexar	Animal que não se pode sexar
(A) Imaturos	Ovário e glândulas nidamentais (GN) muito pequenos, visíveis apenas sob lupa no início do estágio. Ovário (OV) apresenta-se como um cordão fino, sem estrutura granulosa. OV e GN não sobressaem do peritônio e não ocultam outra víscera. No final do estágio, OV apresenta-se sob forma de lâmina	Testículo membranoso, pouco dilatado; órgão e saco espermatofórico visíveis apenas sob lupa , muito pequenos e sem espermatóforos.
(B) em maturação	GN de médias à grandes. No início deste estágio distingue-se de (A) pelo ovário dilatado com estrutura granulosa. Ao final distingue-se de (C) pela cor opaca dos ovócitos, sendo que o ovário não chega a preencher toda a parte posterior da cavidade do manto.	Testículo facilmente visível a olho nu. Poucos e pequenos espermatóforos no saco espermatofórico.
(C) Maturados	OV preenchendo totalmente a cavidade posterior do manto. OV e oviduto cheios de ovócitos translúcidos e de cor âmbar. GN túrgidas e rígidas.	Saco espermatofórico repleto de espermatóforos totalmente desenvolvidos.
(D) Desovados	Fêmeas grandes com GN flácidas ou reduzidas. OV e ovidutos com poucos ou sem ovos maduros, mas com ovos imaturos e restos de tecido.	Poucos ou nenhum espermatóforos no saco espermatofórico, mas "detonados" ou degenerados.

Tabela 3. Parâmetros da relação entre comprimento e peso para alguns órgãos do aparelho reprodutivo de machos e fêmeas conservados de *Loligo sanpaulensis*. (CT) = comprimento do testículo; (CM) = comprimento do manto;(CO) = comprimento do ovário; (PO) = peso do ovário; (NGL) = comprimento da glândula nidamental.

VARIÁVEIS	n	a	b	r	Modelo
CT x CM	340	- 8.18	0.43	0.944	$Y= a + bx$
PT x CM	310	- 7.98	0.42	0.914	$Y= a + bx$
CO x CM	312	0.78	0.03	0.898	$Y= e^{(a+bx)}$
PO x CM	300	- 4.05	0.04	0.727	$Y= e^{(a+bx)}$
NGL x CM	365	- 0.36	0.04	0.924	$Y= e^{(a+bx)}$
NGL x PO	324	18.45	0.54	0.435	$y = a.x^b$

Tabela 4. Teste de comparação entre os coeficientes angulares (b) das regressões de machos e fêmeas de *Loligo sanpaulensis*, de acordo com Zar (1984).

	MACHOS	FÊMEAS
n	539	563
a	0.00030	0.00049
b	2.40452	2.54397
r	0.983	0.984
SS	204.032689	223.454837
DF	537	561
(Sy ² .x)	0.389332910	
S _{b1-b2}	0.009656122	
t	- 14.44	
V	1098	

Tabela 5. Número de exemplares analisados e amplitude de variação em peso (g) e comprimento (mm) dos órgãos do aparelho reprodutivo utilizados no estudo de maturidade sexual de *Loligo sanpaulensis*.

		Em	
	Imaturos	maturação	Maturos
	(n=160)	(n=90)	(n=90)
MACHOS			
Peso total	0.6-10.7	3.2-15.4	5.4-43.8
Comprimento do manto	20-61	41-81	48-118
Peso do testículo	< 0.1	0.1-0.2	0.1-2.3
Comprimento do testículo	3-17	9-28	13-51
FÊMEAS	(n=233)	(n=74)	(n=58)
Peso total	1.1-13.4	5.9-21.3	6.2-46.9
Comprimento do manto	27-71	49-76	50-103
Peso do ovário	0.1-0.2	0.1-1.1	0.1-5.3
Comprimento do ovário	4-21	5-30	7-35
Comprimento da G.N.	1-10	5-30	7-35

(G.N) = comprimento da glândula nidamental

Tabela 6. Frequência de animais classificados de acordo com os estádios de maturidade sexual e classes de comprimento do manto (CM-mm) de *Loligo sanpaulensis*. Imaturos (A); Maturados (A-C); percentagem de animais maduros (% MAT); valores médios do índice de comprimento do testículo e da glândula nidamental (IT, IGN); desvio padrão (S).

	M	A	C	H	O	S		F	Ê	M	E	A	S
CM	A	B	C	%MAT	IT	S		A	B	C	%MAT	IGN	S
20	1				1.84								
25	3				1.68	0.34	15					0.88	0.25
30	16				2.21	0.35	17					0.94	0.27
35	16				2.02	0.57	52					0.97	0.24
40	47				2.41	0.51	59					0.92	0.19
45	36	8		18.2	2.59	0.67	27	2		1	10.0	0.99	0.39
50	20	14	4	47.3	2.67	0.40	28	7		2	24.3	1.18	0.62
55	12	12	5	58.6	2.72	0.44	21	9		0	27.6	1.25	0.29
60	7	24	8	82.0	2.85	0.54	9	22		3	73.5	1.51	0.61
65	2	17	8	92.6	2.92	0.48	4	13		3	80.0	1.80	0.95
70		12	16	100.0	3.05	0.43	1	18		9	96.4	2.13	0.92
75		1	12	100.0	3.45	0.25		3		11	100.0	2.38	0.62
80		1	19	100.0	3.56	0.40				12	100.0	2.95	0.30
85		1	6	100.0	3.41	0.26				5	100.0	3.29	0.26
90			6	100.0	3.40	0.33				8	100.0	3.14	0.31
95			4	100.0	3.43	0.30				3	100.0	2.77	0.13
>95			2	100.0	3.73	0.39				1	100.0	3.35	

Tabela 7. Estimativas de comprimento médio de primeira maturação gonadal em fêmeas e machos de *Loligo sanpaulensis* na região sudeste-sul do Brasil.

Localização (Latitude)	Sexo	Amplitude de CM	Autores
26°S	fêmeas	75-80	Juanicó, 1983
28°S	fêmeas	50-55	Juanicó, 1983
30°S	fêmeas	82-97	Juanicó, 1983
33°S	fêmeas	38-43	Juanicó, 1983
38°S	fêmeas	75-80	Juanicó, 1983
26°S	machos	52-57	Juanicó, 1983
28°S	machos	30-35	Juanicó, 1983
30°S	machos	62-67	Juanicó, 1983
33°S	machos	23-28	Juanicó, 1983
38°S	machos	65-70	Juanicó, 1983
30-34°S	fêmeas	55-95	Andriguetto, 1989
30-34°S	machos	60-90	Andriguetto, 1989
23°S	fêmeas	65-70	este trabalho
23°S	machos	50-55	este trabalho

Tabela 8. Número de exemplares, percentual em frequência de ocorrência, percentual em biomassa acumulada, e CPUE médio (kg/h) de arrasto peixes e cefalópodes que foram registradas em mais de 18 % dos lances efetivos de pesca de arrasto na plataforma costeira de Cabo Frio, RJ.

	N.Ex.	F.Oc	% Biom. acum.	CPUE (kg/h)
<i>Lophius gastrophysus</i>	241	50.7	20.22	4.29
<i>Zapterix brevirostris</i>	153	36.6	32.22	2.55
<i>Raja agassizi</i>	123	45.1	39.22	1.48
<i>Percophis brasiliensis</i>	199	56.3	45.98	1.43
<i>Paralichthys triocellatus</i>	422	38.0	51.95	1.27
<i>Porichthys porosissimus</i>	1071	64.8	57.01	1.07
<i>Xystreureys rasile</i>	448	53.5	61.69	0.99
<i>Merluccius hubbsi</i>	353	39.4	65.86	0.88
<i>Etropus longimanus</i>	1597	85.9	68.99	0.66
<i>Prionotus punctatus</i>	590	45.1	72.10	0.66
<i>Prionotus nudigula</i>	820	57.7	74.50	0.51
<i>Loligo sanpaulensis</i>	1594	80.3	76.51	0.43
<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	221	59.2	78.51	0.42
<i>Dactylopterus volitans</i>	717	29.6	82.22	0.37
<i>Dules auriga</i>	535	50.7	83.94	0.36
<i>Stephanolepis hispidus</i>	710	52.1	86.97	0.31
<i>Mullus argentinae</i>	195	39.4	88.36	0.29
<i>Gymnotorax ocellatus</i>	50	33.8	89.72	0.29
<i>Paralichthys patagonicus</i>	25	18.3	90.96	0.26
<i>Pagrus pagrus</i>	156	35.2	92.63	0.16
<i>Chilomycterus spinosus</i>	43	21.1	93.31	0.14
<i>Priacanthus arenatus</i>	124	22.5	93.95	0.14
<i>Saurida brasiliensis</i>	535	32.4	94.58	0.13
<i>Trachuris lathamii</i>	650	42.3	95.62	0.11
<i>Urophycis brasiliensis</i>	57	20.3	96.09	0.10
<i>Symphurus trewavasae</i>	153	31.0	96.47	0.08
<i>Raneya brasiliensis</i>	49	18.3	97.03	0.06
<i>Cynoscion striatus</i>	100	18.3	97.79	0.04

Tabela 9. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as espécies que apresentaram covariação significativa ($P < 0.05$) com *Loligo sanpaulensis* na plataforma costeira de Cabo Frio, RJ. F.Oc = frequência nos arrastos; COC = co-ocorrência com *Loligo sanpaulensis*.

	r	F.Oc	COC
<i>Trachurus lathami</i>	0.36	30	26
<i>Mullus argentinae</i>	0.54	28	27
<i>Raneya fluminensis</i>	-0.64	13	12
<i>Chilomycterus spinosus</i>	-0.67	15	9

Tabela 10. Presença de lulas costeiras (*Loligo* spp) em conteúdos estomacais de alguns teleósteos demersais da região de Cabo Frio e no Rio Grande do Sul (dados extraídos de Santos, 1992). No = número de estômagos analisados com conteúdo; F.Oc=frequência percentual de ocorrência .

Espécie	No	F.Oc	Referência
<i>Percophis brasiliensis</i>	11	80.0	Fagundes Netto, ms
<i>Merluccius hubbsi</i>	209	16.0	Fagundes Netto, ms
<i>Pagrus pagrus</i>	2	50.0	Fagundes Netto, ms
<i>Paralichthys patagonicus</i>	13	92.0	Fagundes Netto, ms
<i>Urophycis brasiliensis</i>	116	ocasional	Santos, 1992
<i>Paralichthys patagonicus</i>	110	ocasional	Santos, 1992
<i>Percophis brasiliensis</i>	62	frequente	Santos, 1992
<i>Merluccius hubbsi</i>	231	ocasional	Haimovici, 1993
<i>Cynoscium striatus</i>	157	ocasional	Vieira, 1990

FIGURAS

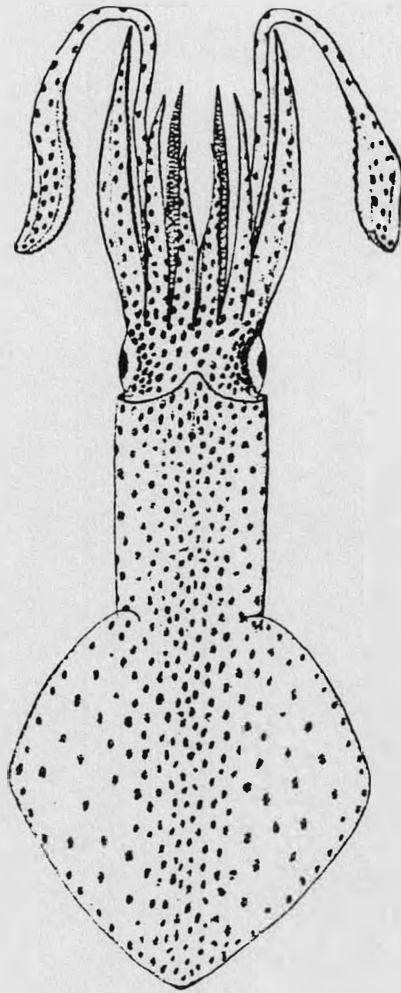


Figura 1. *Loligo sanpaulensis* 'Brakoniecki, 1984' .

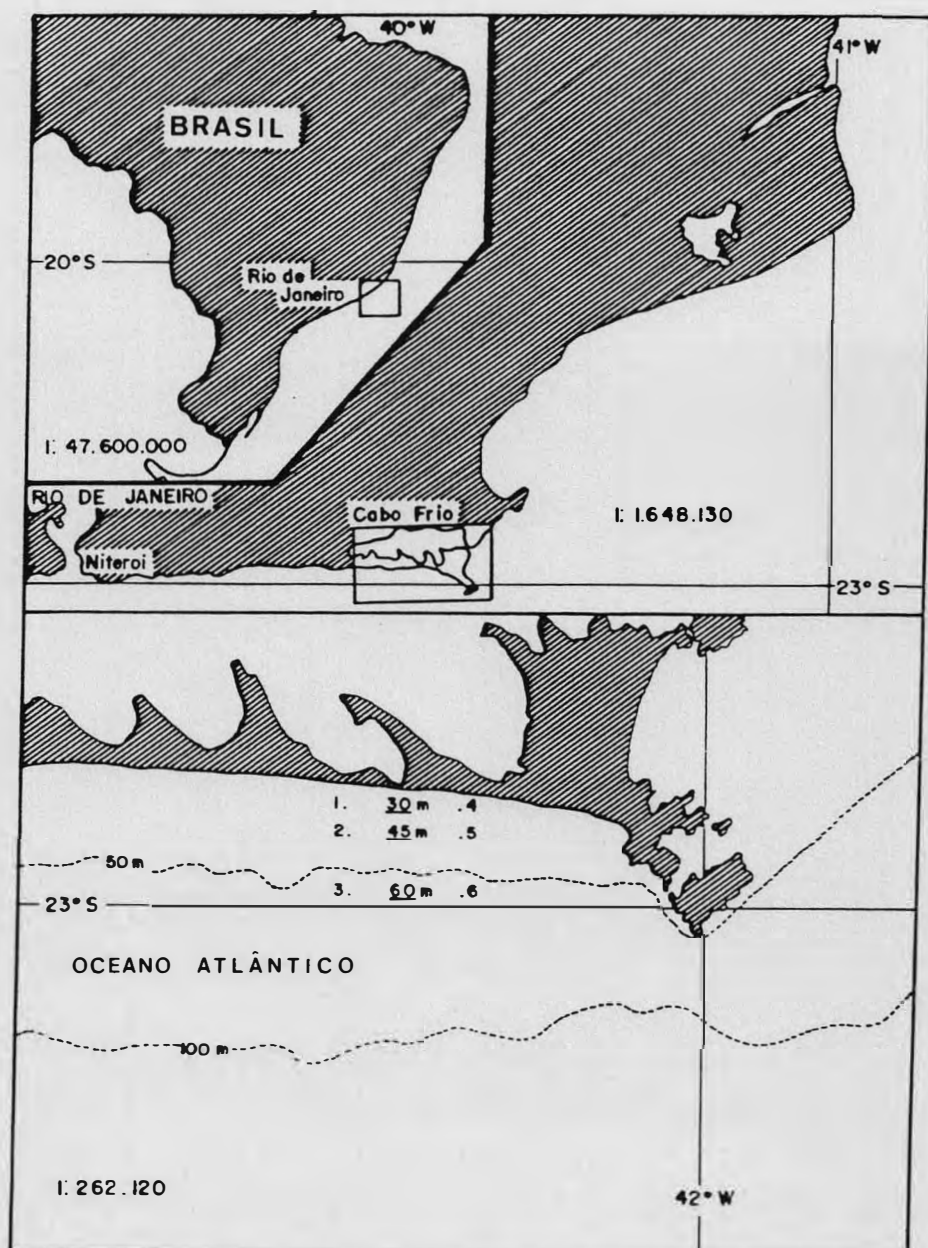


Figura 2. Área de Cabo Frio, mostrando a região onde foram realizados os arrastos e as estações oceanográficas.

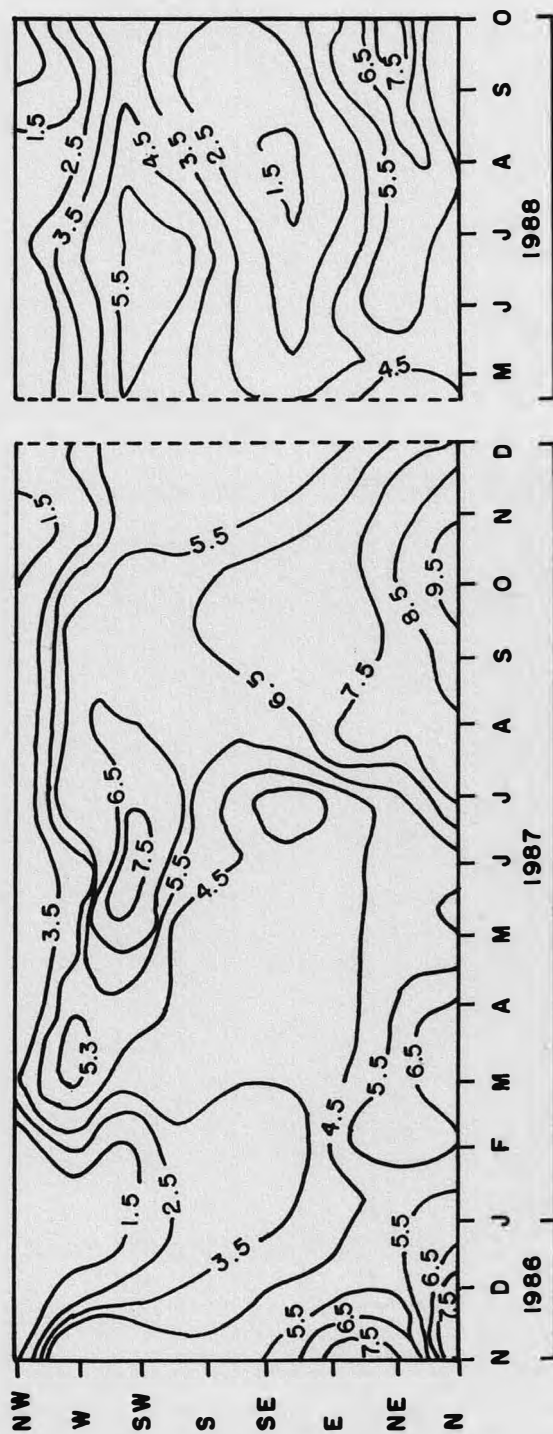
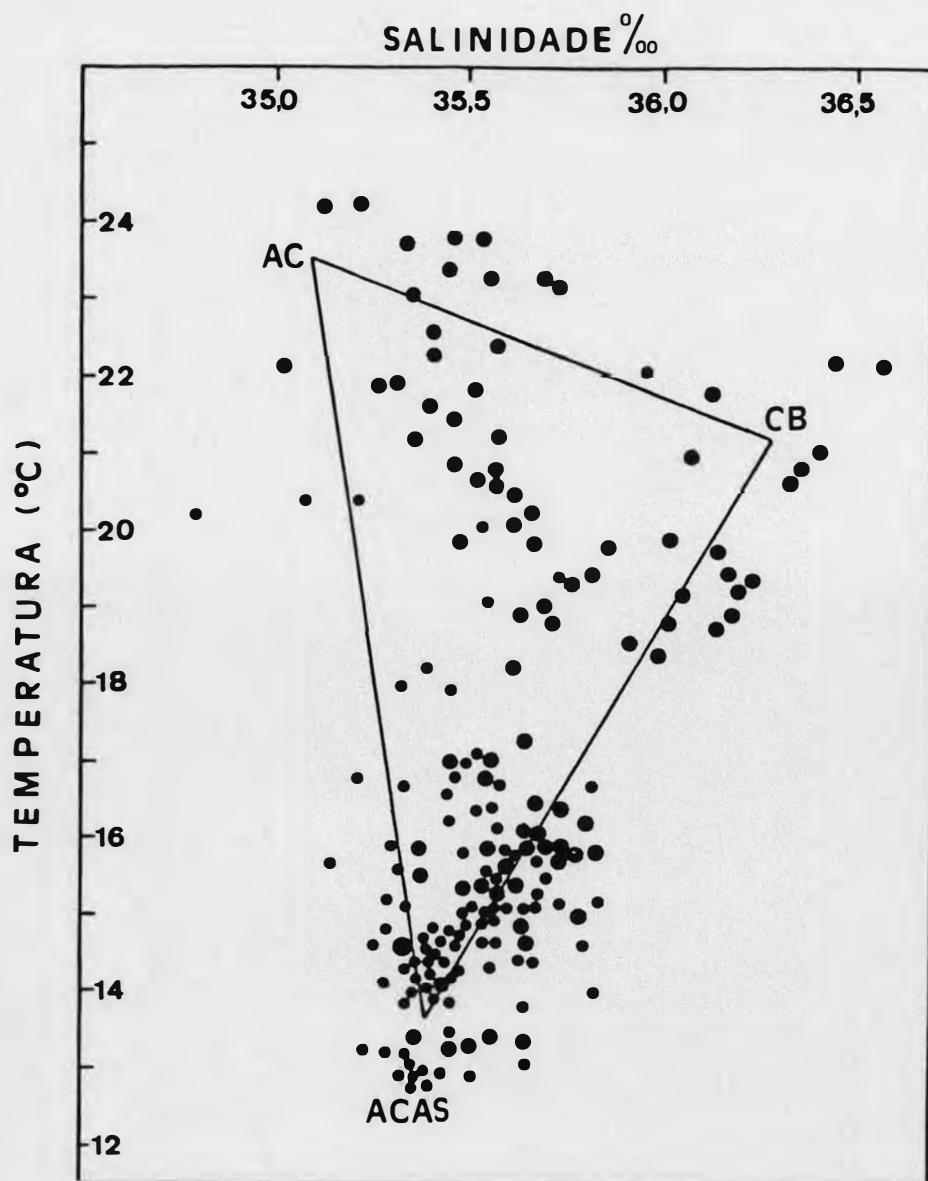


Figura 3. Intensidade média mensal (m/seg) dos componentes de vento registrados pelo sistema de coleta de dados meteorológicos do IEAPM entre novembro de 1986 e outubro de 1988 em Arraial do Cabo.



● PRIMAVERA, VERÃO ; ● OUTONO, INVERNO

Figura 4. Diagrama T-S de todas as estações oceanográficas obtidas na região de Cabo Frio entre novembro de 1985 e outubro de 1988, onde estão classificados os tipos de massas d'água presentes durante os arrastos.

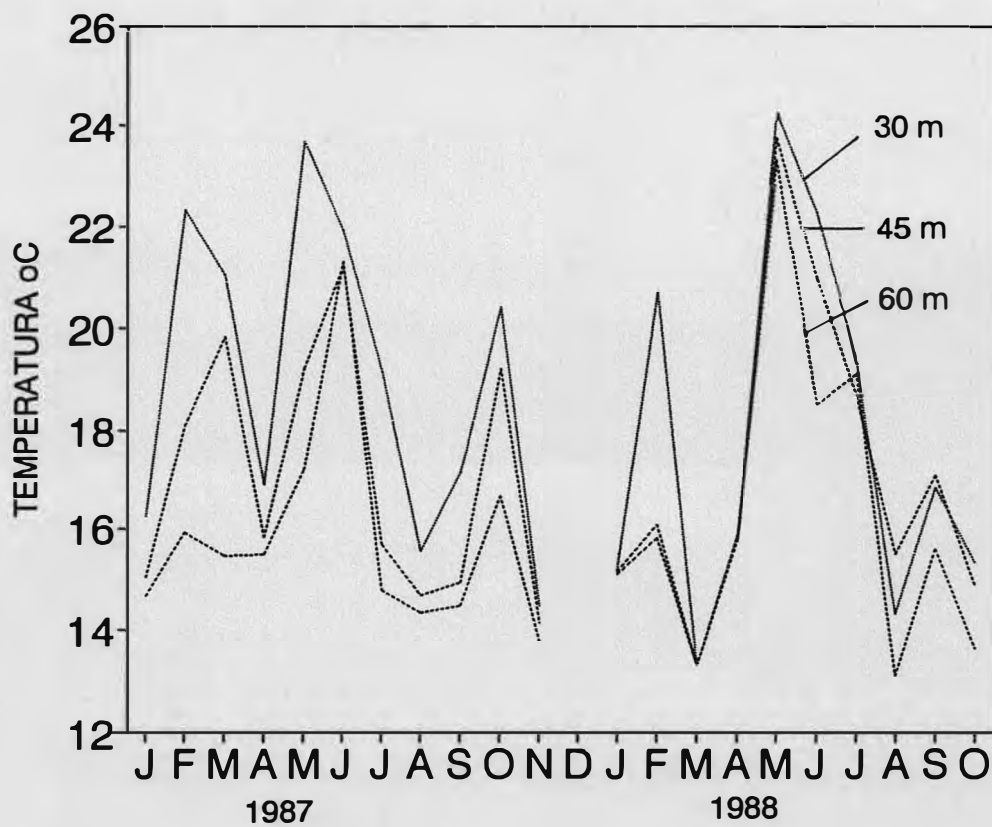


Figura 5. Variação mensal da temperatura de fundo de acordo com a profundidade de arrasto.

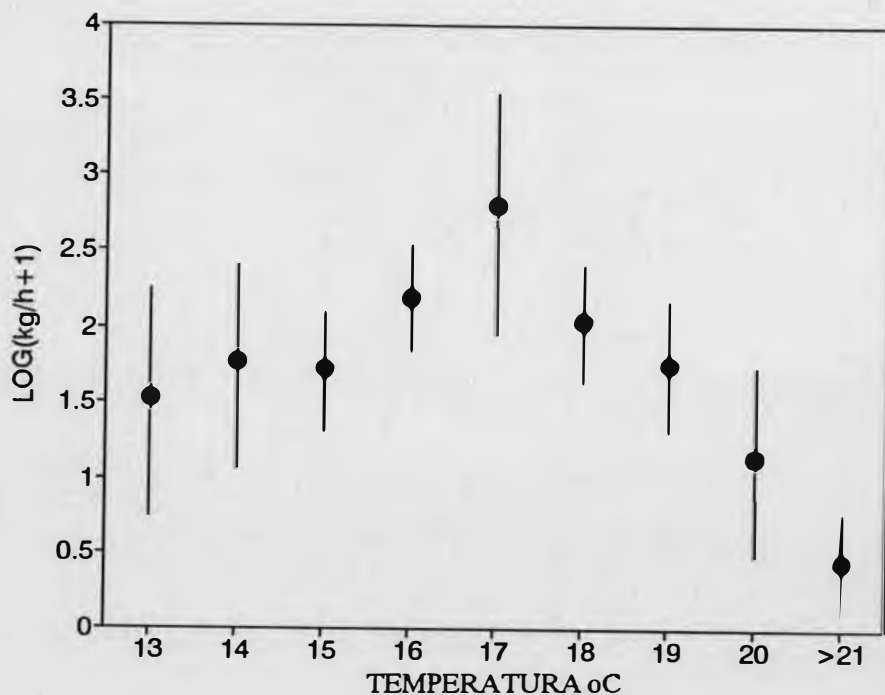


Figura 6. Capturas médias e intervalos de confiança de *Loligo sanpaulensis* em kg/h de arrasto agrupados de acordo com a temperatura de fundo nos 71 lances de pesca.

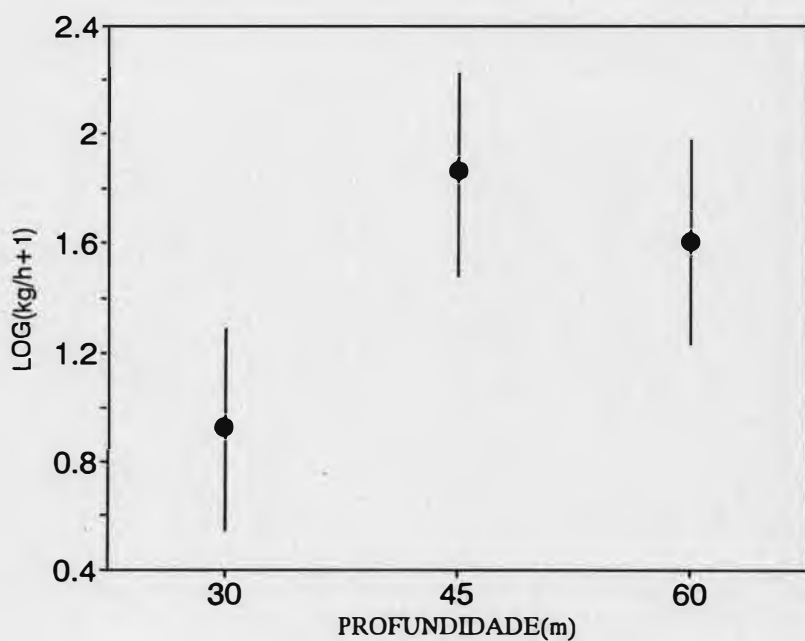
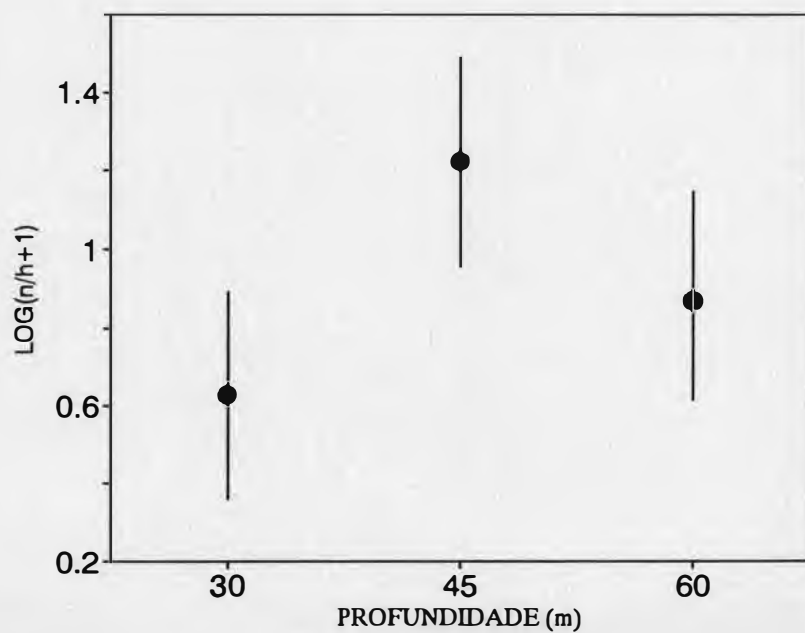


Figura 7. Distribuição das capturas médias em kg/h e n/h de *Loligo sanpaulensis* de acordo com a profundidade de arrasto.

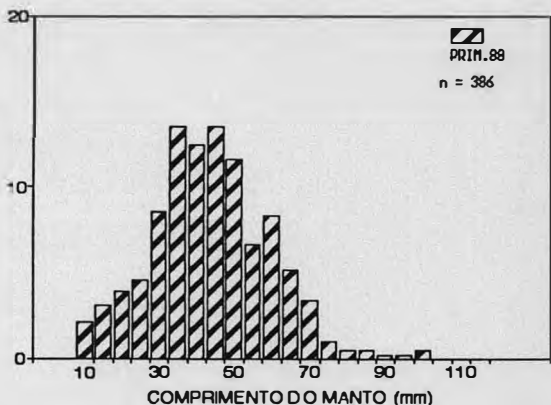
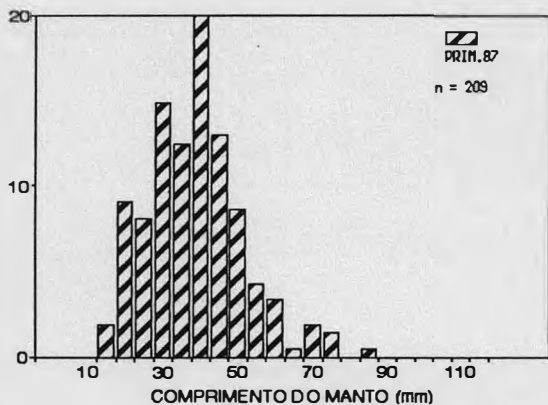
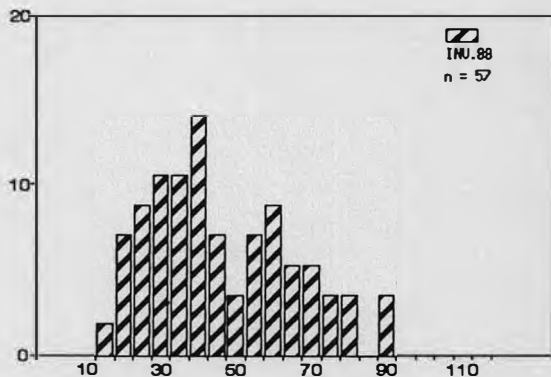
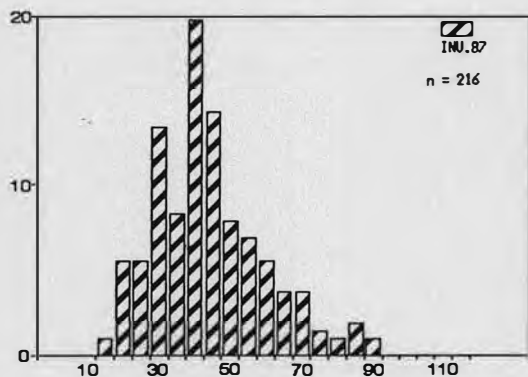
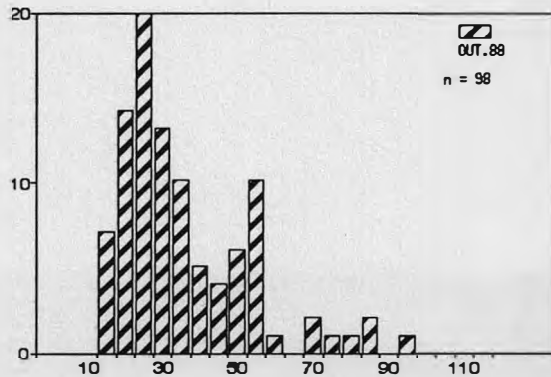
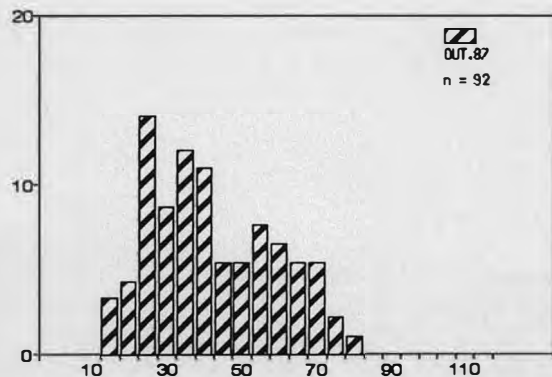
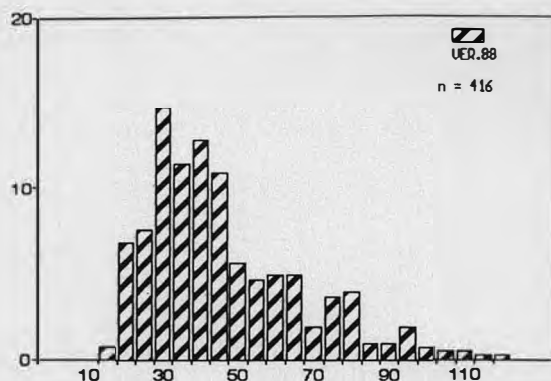
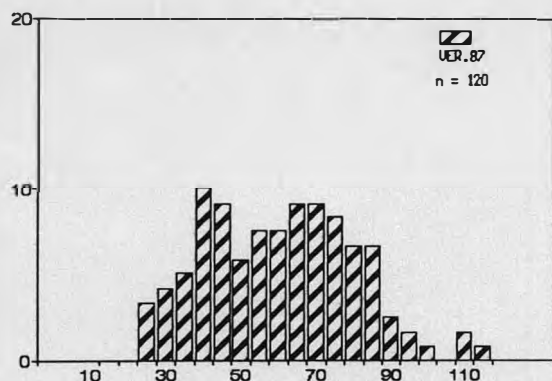


Figura 8. Distribuição de freqüências de comprimento do manto de *Loligo sanpaulensis* de acordo com a época do ano.

▨ Imaturo ■ Maturas

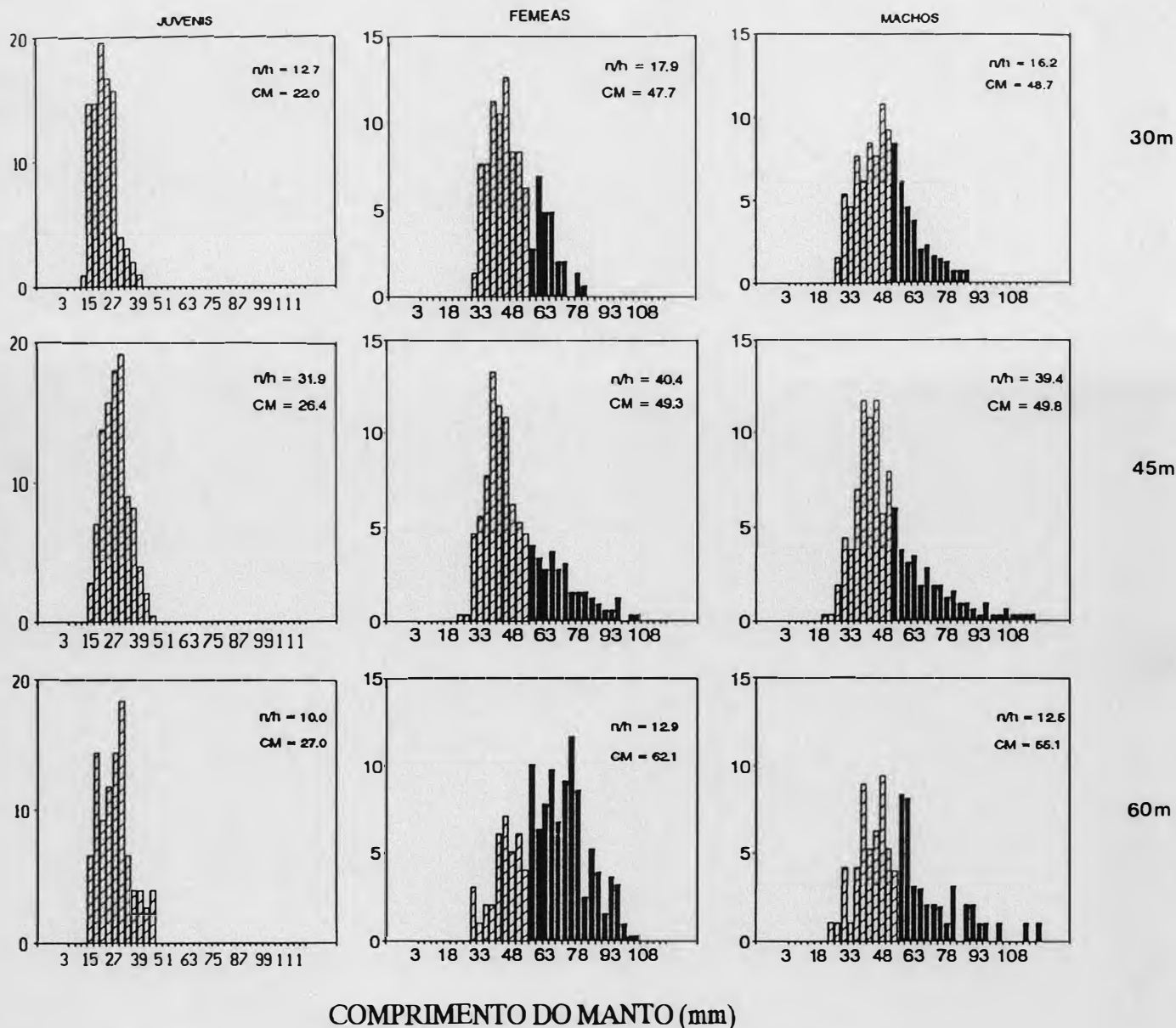


Figura 9. Distribuição de freqüências de comprimento do manto de *Loligo sanpaulensis* de acordo com a profundidade de arrasto. CM = comprimento médio do manto ; n/h = captura média em indivíduos/hora de arrasto.

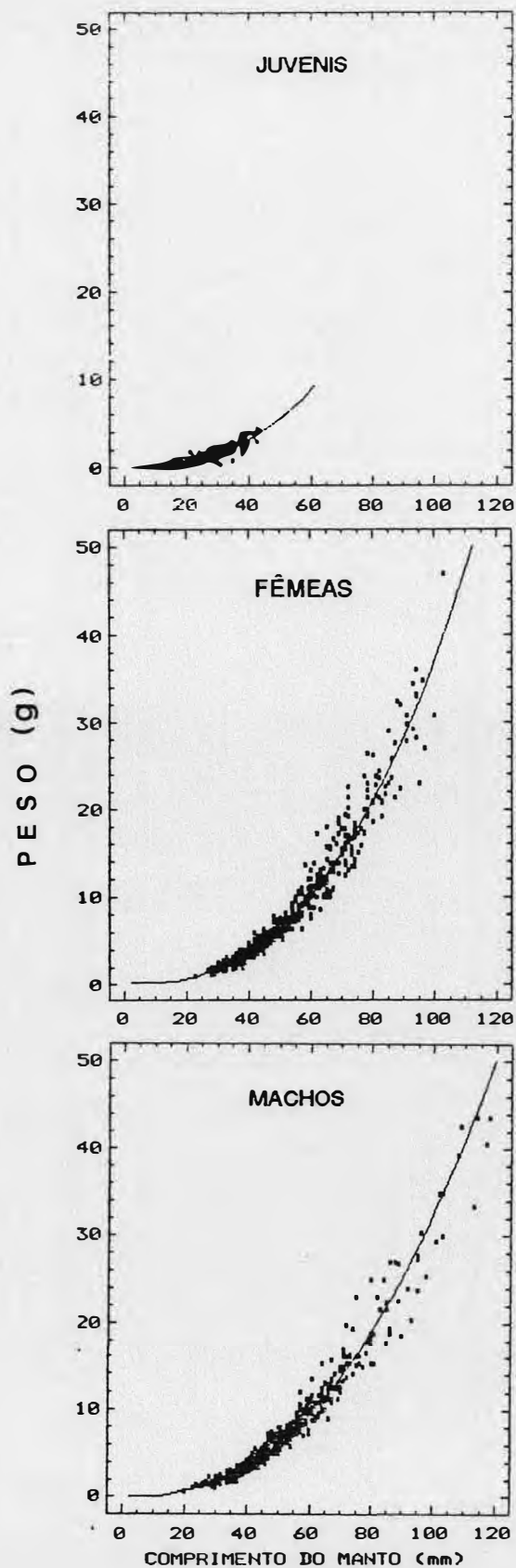


Figura 10. Relação comprimento-peso para machos, fêmeas e juvenis de *Loligo sanpaulensis* na região de Cabo Frio.

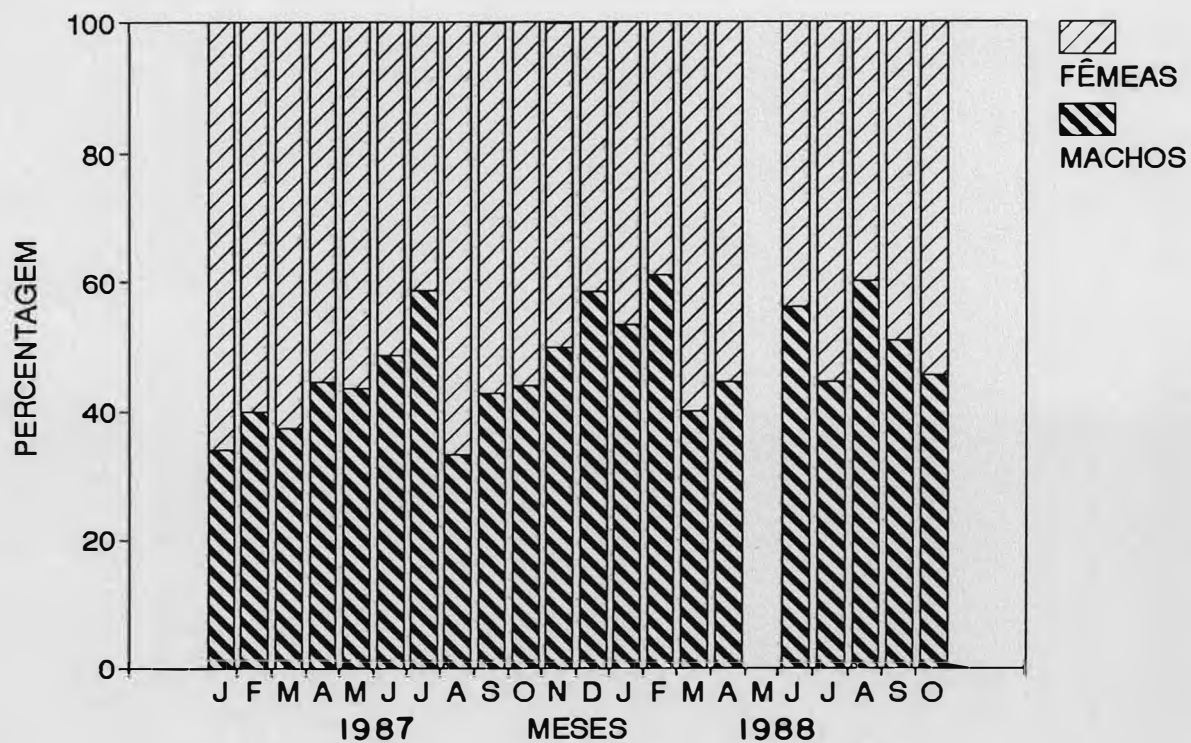


Figura 11. Variação mensal na proporção de sexos de *Loligo sanpaulensis* entre janeiro de 1987 e outubro de 1988.

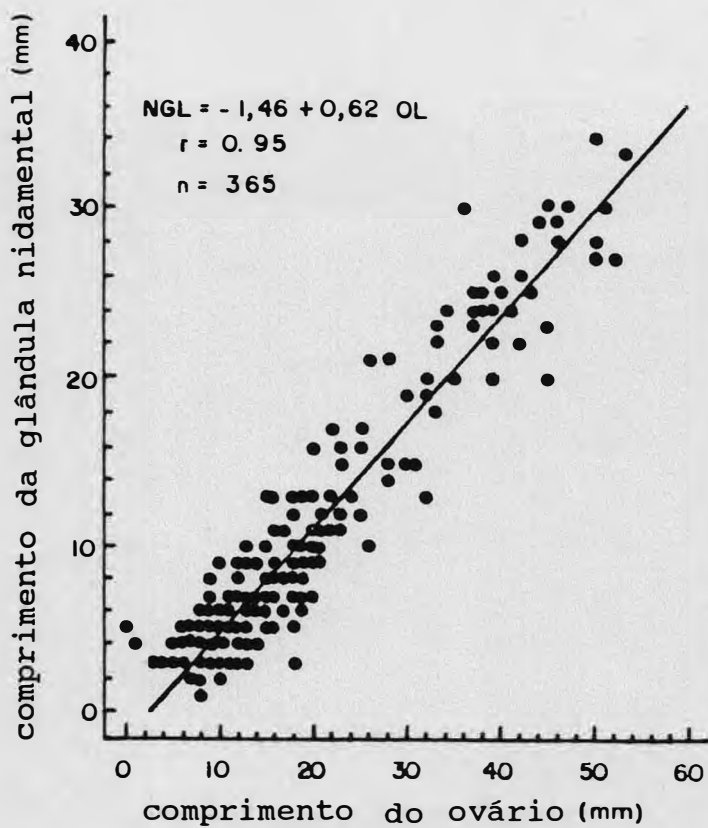


Figura 12. Relação entre o desenvolvimento das glândulas nidamentais e o comprimento do ovário em fêmeas de *L. sanpaulensis*.

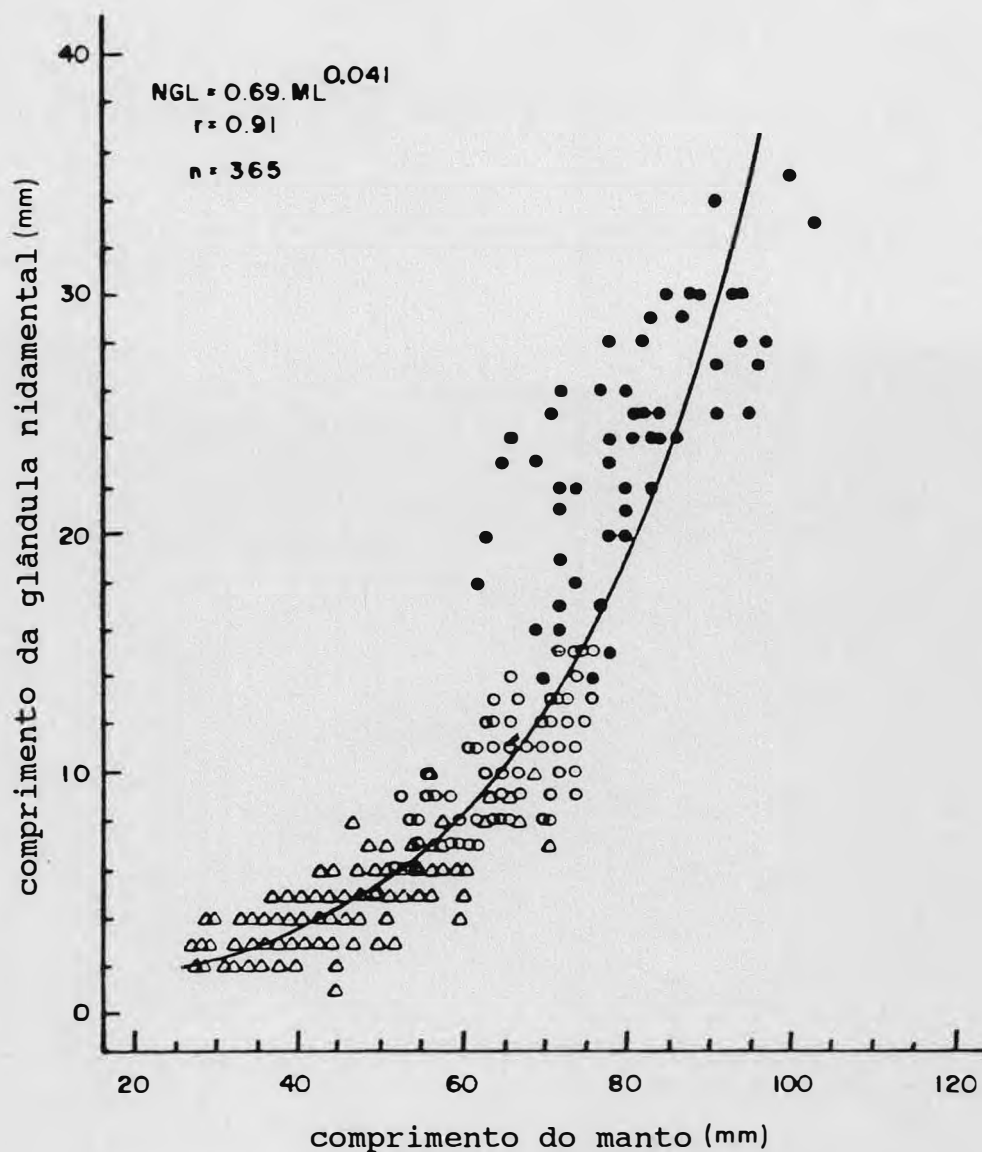


Figura 13. Relação entre o desenvolvimento das glândulas nidamentais e o comprimento do manto em fêmeas de *L. sanpaulensis* de acordo com os estádios de maturidade sexual. Δ = imaturos, O = em maturação, \bullet = maduros.

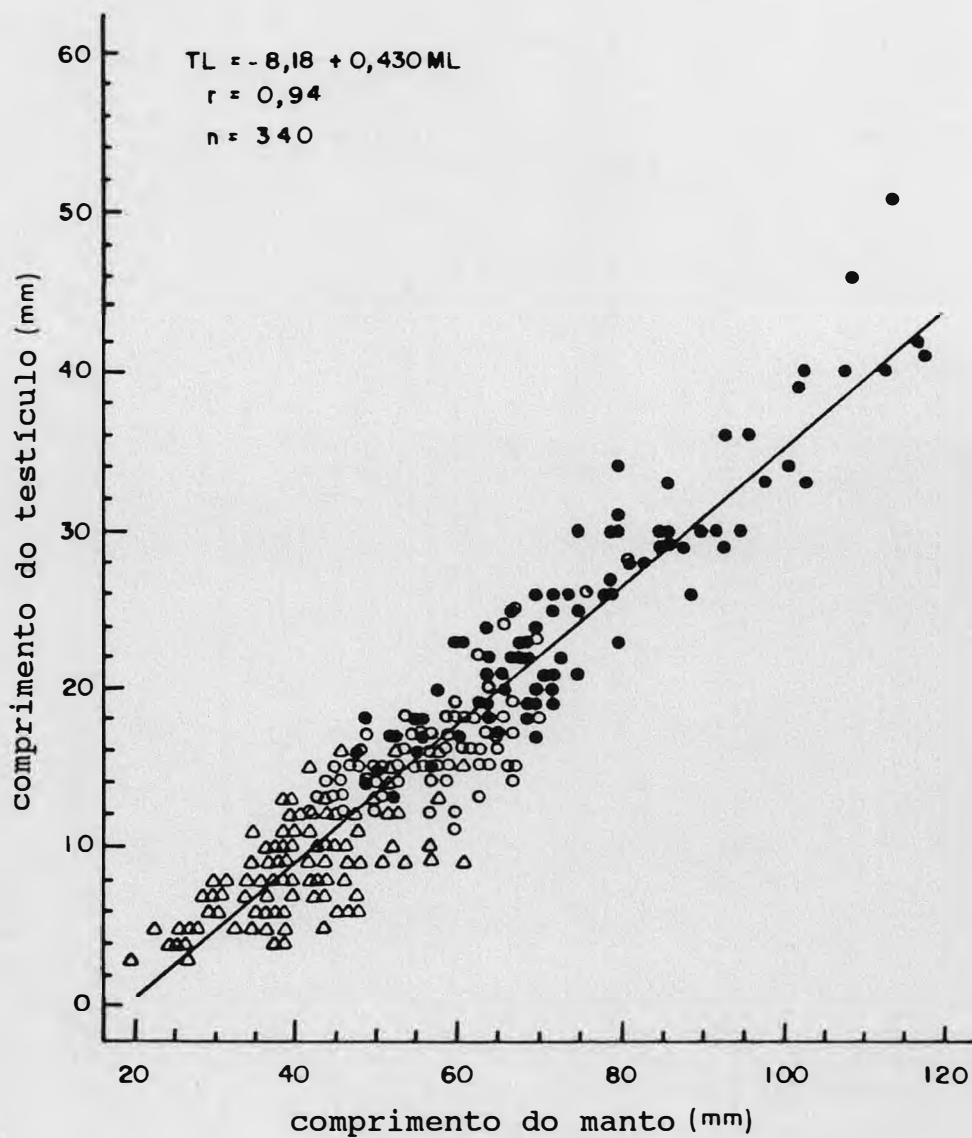


Figura 14. Relação entre o desenvolvimento do testículo e o comprimento do manto em machos de *Loligo sanpaulensis* de acordo com os estádios de maturidade sexual. Δ = imaturos, \circ = em maturação, \bullet = maduros.

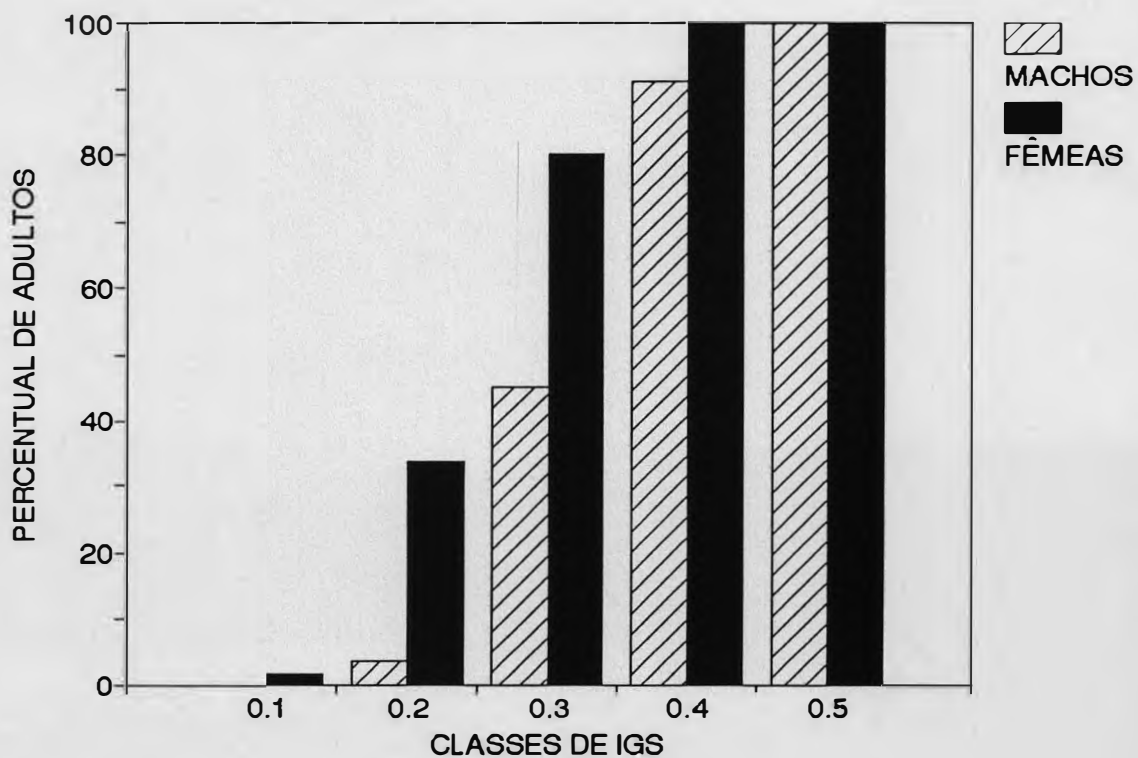


Figura 15. Proporções de machos e fêmeas sexualmente adultos de *Loligo sanpaulensis* de acordo com classes de índices gonadossomáticos.

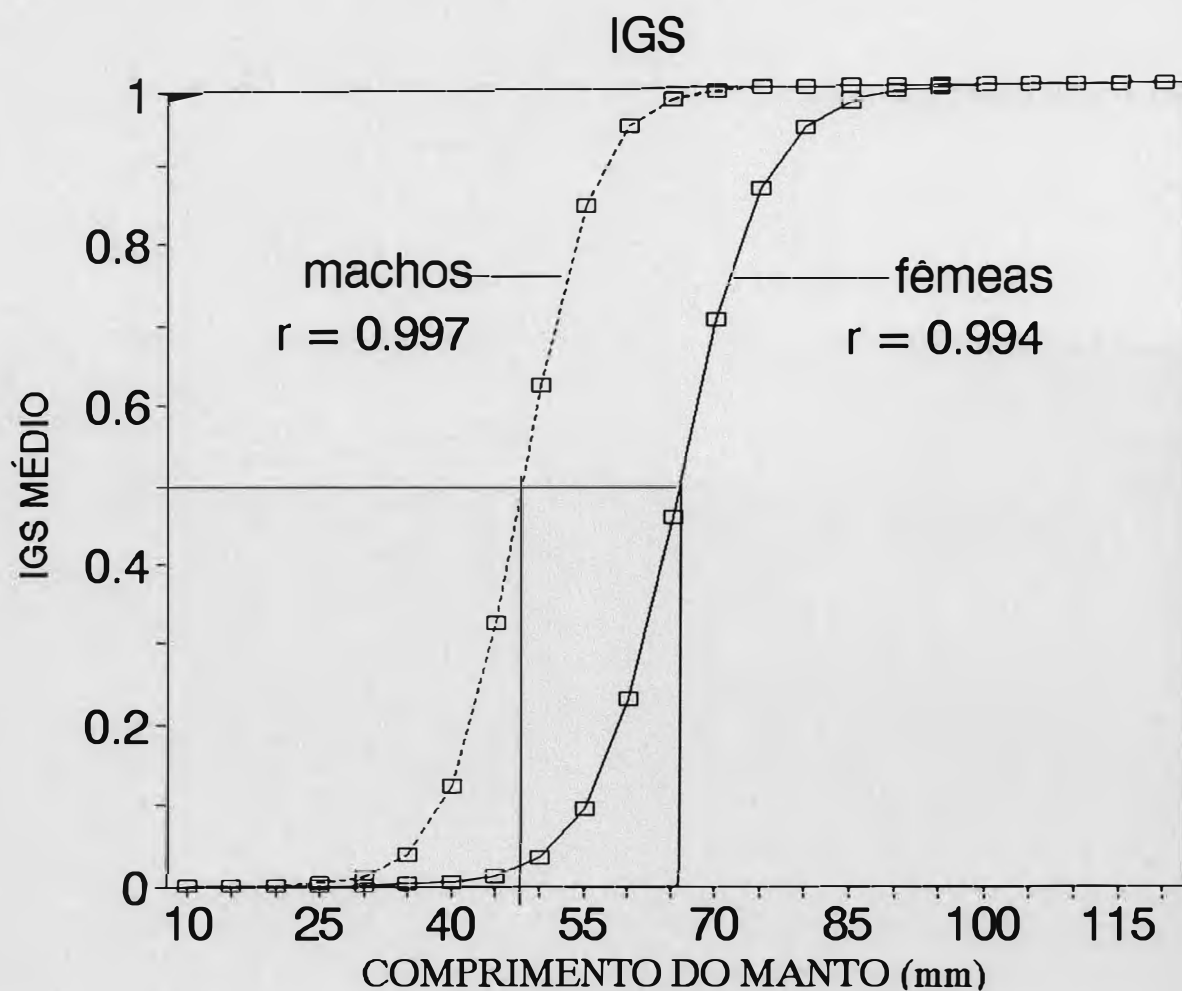


Figura 16. Estimativa do comprimento médio de primeira maturação sexual de machos e fêmeas de *L. sanpaulensis* de acordo com o percentual de indivíduos com IGS > 0.3.

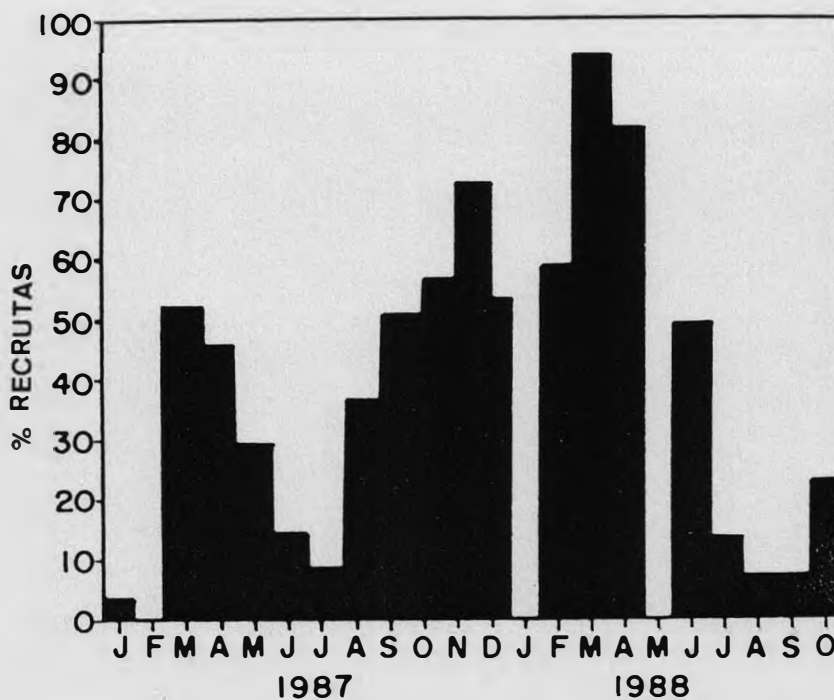
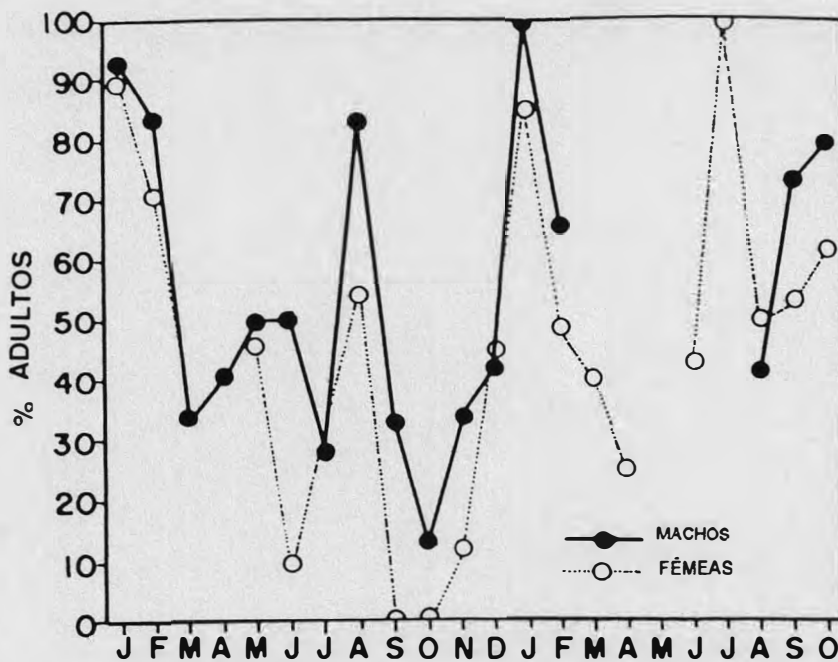


Figura 17. Proporções mensais de machos e fêmeas sexualmente adultos ($CM > L_{50}$) de *L. sanpaulensis* e abundância relativa na intensidade de recrutas.

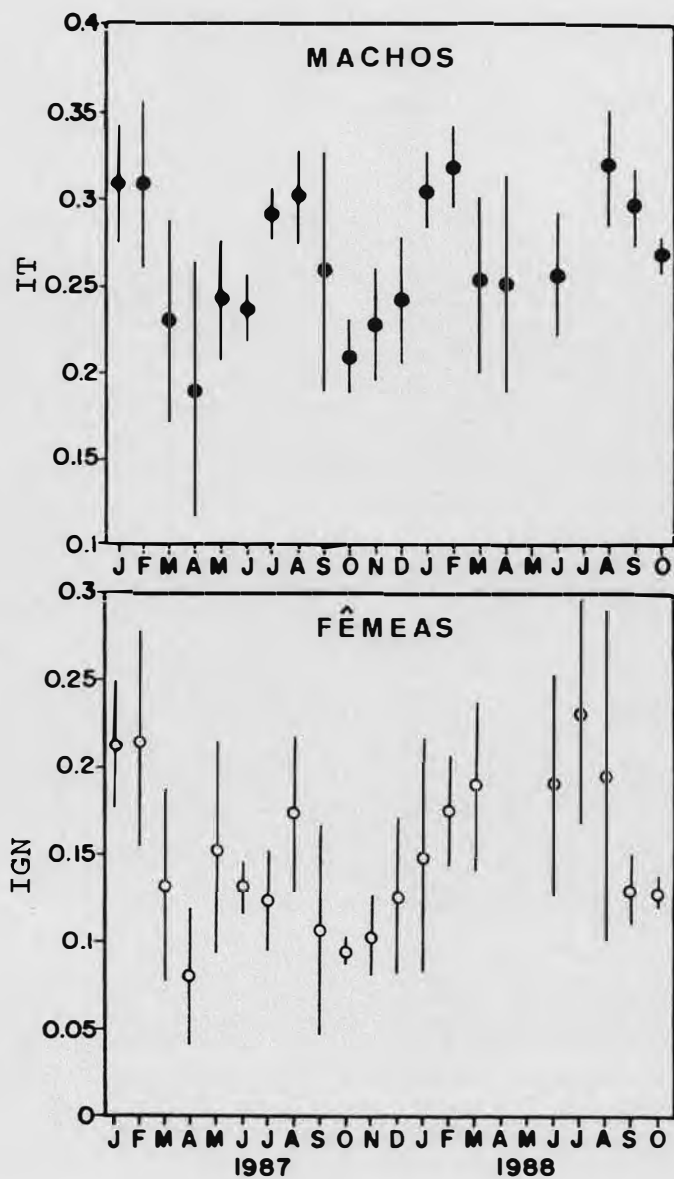


Figura 18. Variação mensal do IGS médio + 95 % de confiança para machos e fêmeas de *L. sanpaulensis*. IT = índice do testículo; IGN = índice da glândula nidamental.

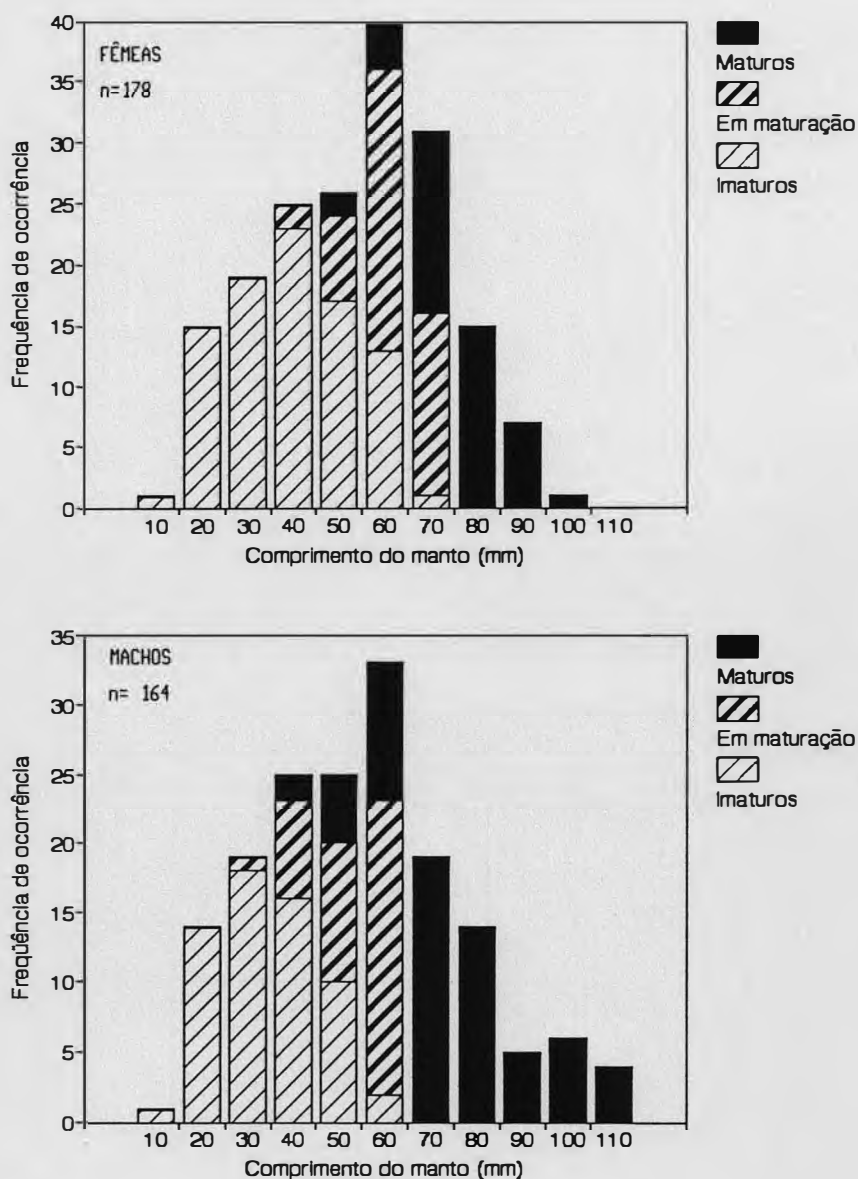


Figura 19. Distribuição de freqüências de tamanhos e estádios de maturidade para machos e fêmeas de *Loligo sanpaulensis* utilizados no estudo de alimentação.

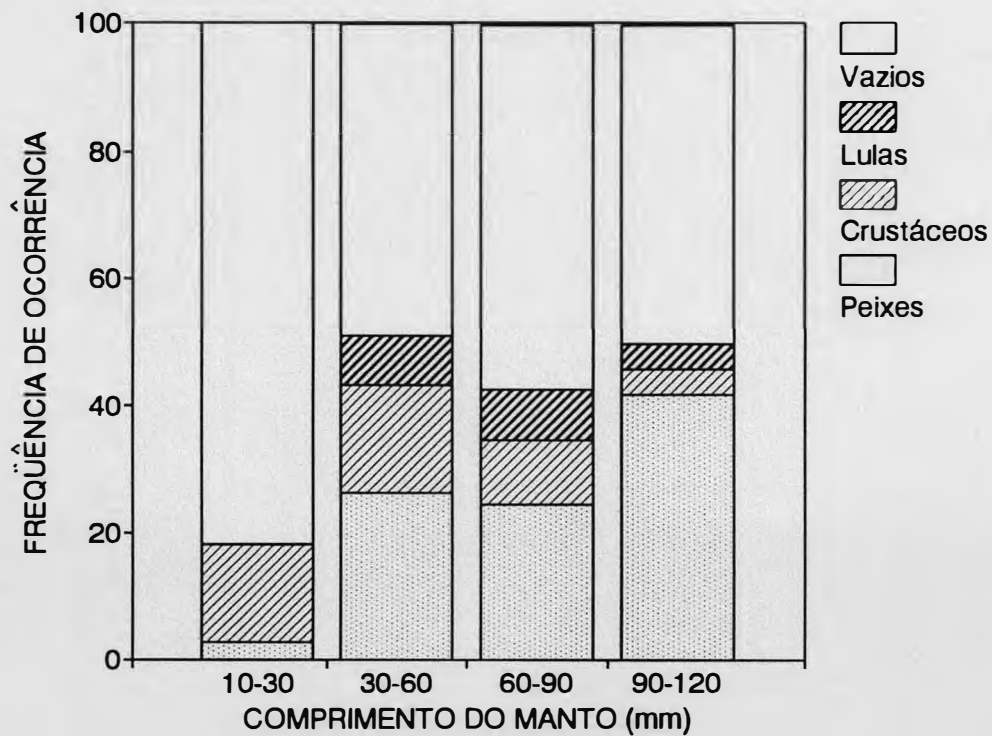


Figura 20. Proporções relativas em número e frequência de ocorrência de peixes, crustáceos e lulas nos conteúdos estomacais de *Loligo sanpaulensis* de acordo com o comprimento do manto.

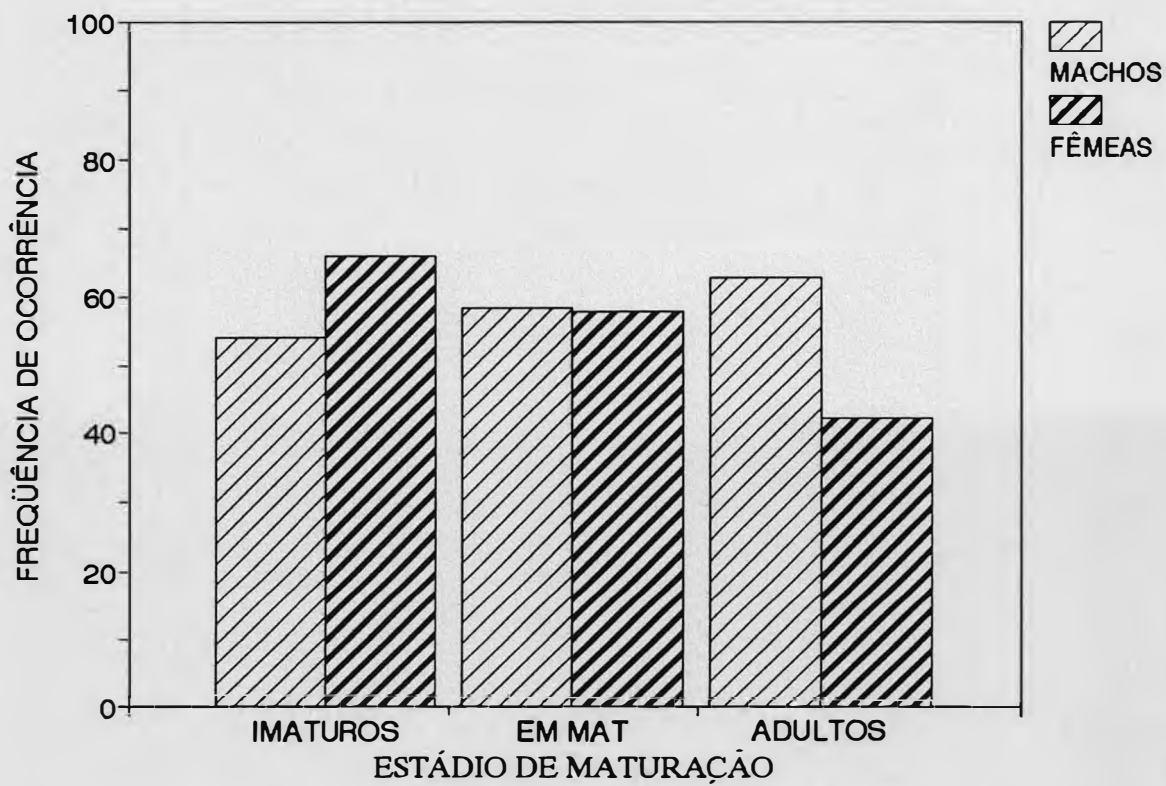


Figura 21. Proporções de estômagos vazios de machos (n=164) e fêmeas (n=178) imaturos, em maturação e maduros de *Loligo sanpaulensis*.

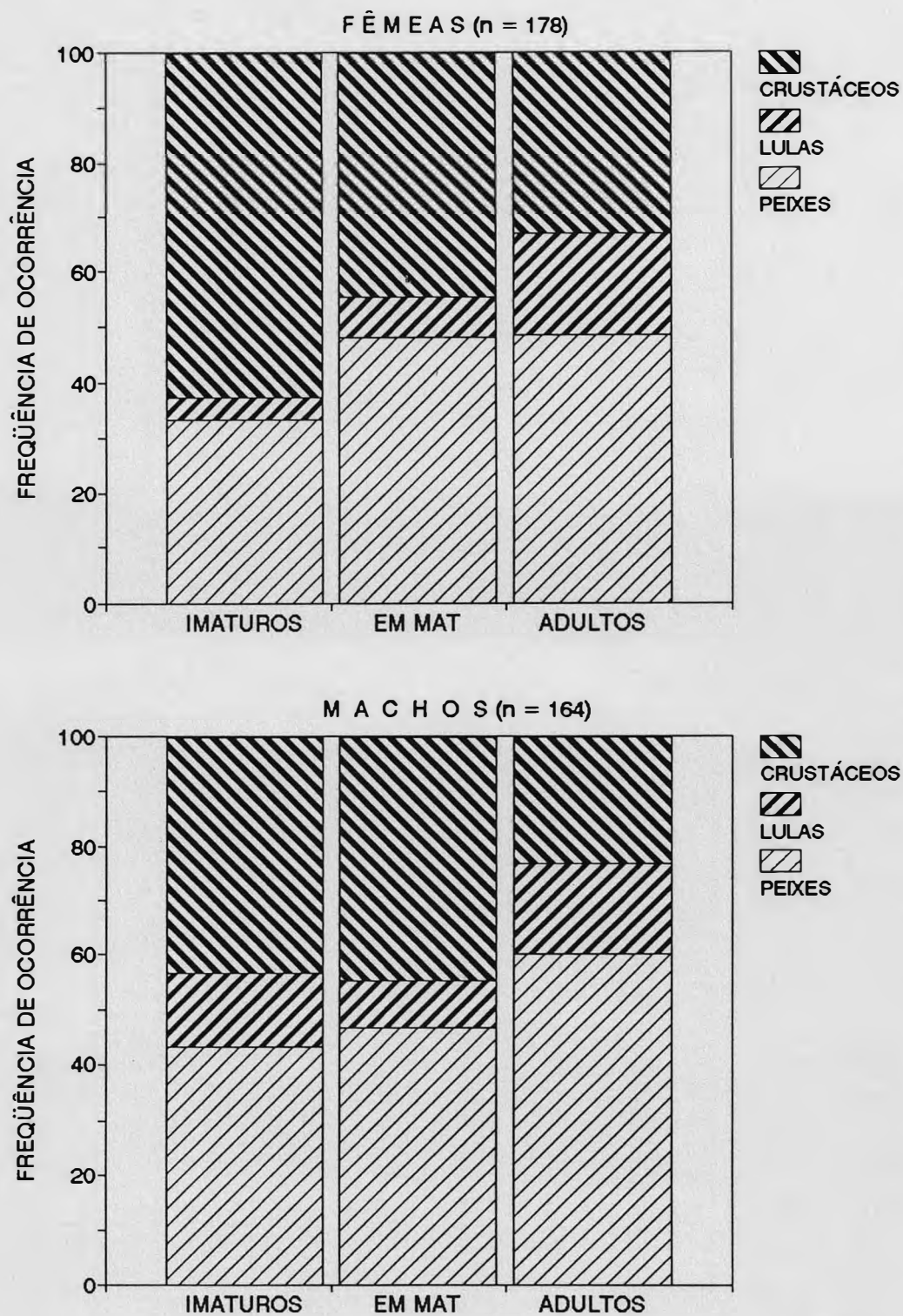


Figura 22. Proporções de estômagos com peixes, lulas e crustáceos em indivíduos imaturos, em maturação e maduros de *Loligo sanpaulensis*.

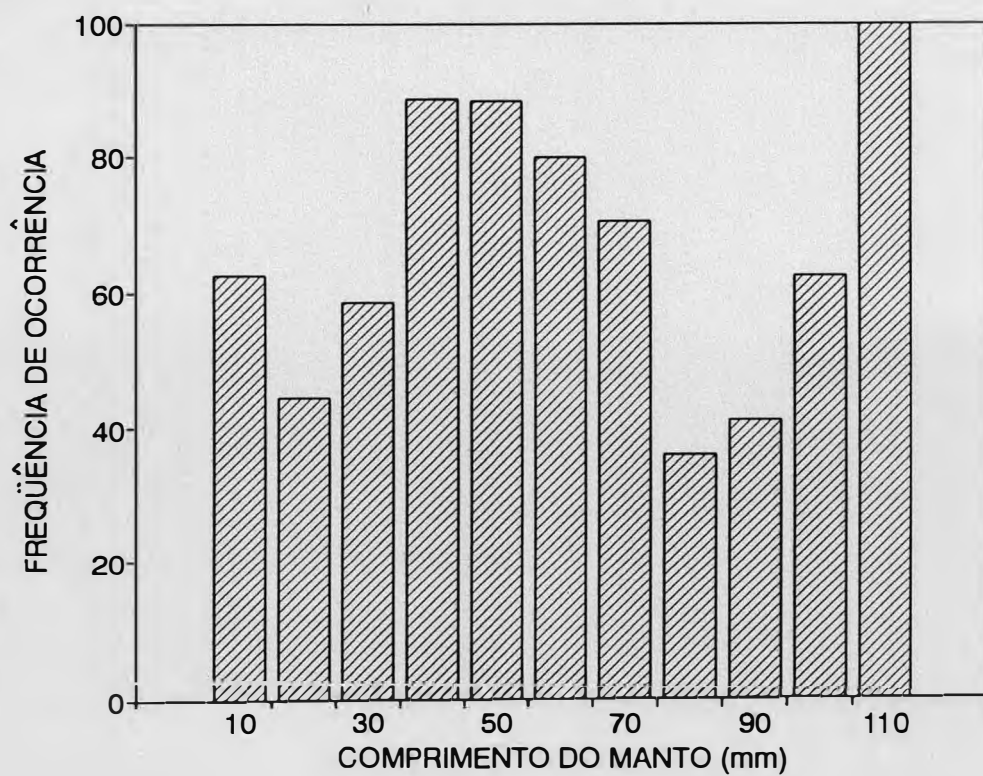


Figura 23. Frequências relativas de cecos cheios de *Loligo sanpaulensis* de acordo com o comprimento do manto.

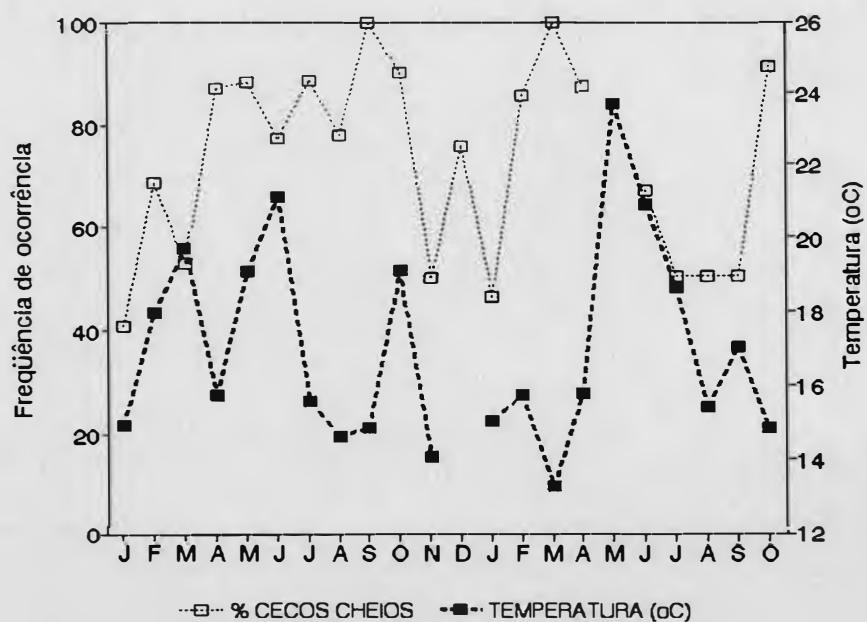


Figura 24. Variação mensal na frequência relativa de cecos cheios de *Loligo sanpaulensis* e da temperatura de fundo na região de Cabo Frio entre janeiro de 1987 e outubro de 1988.

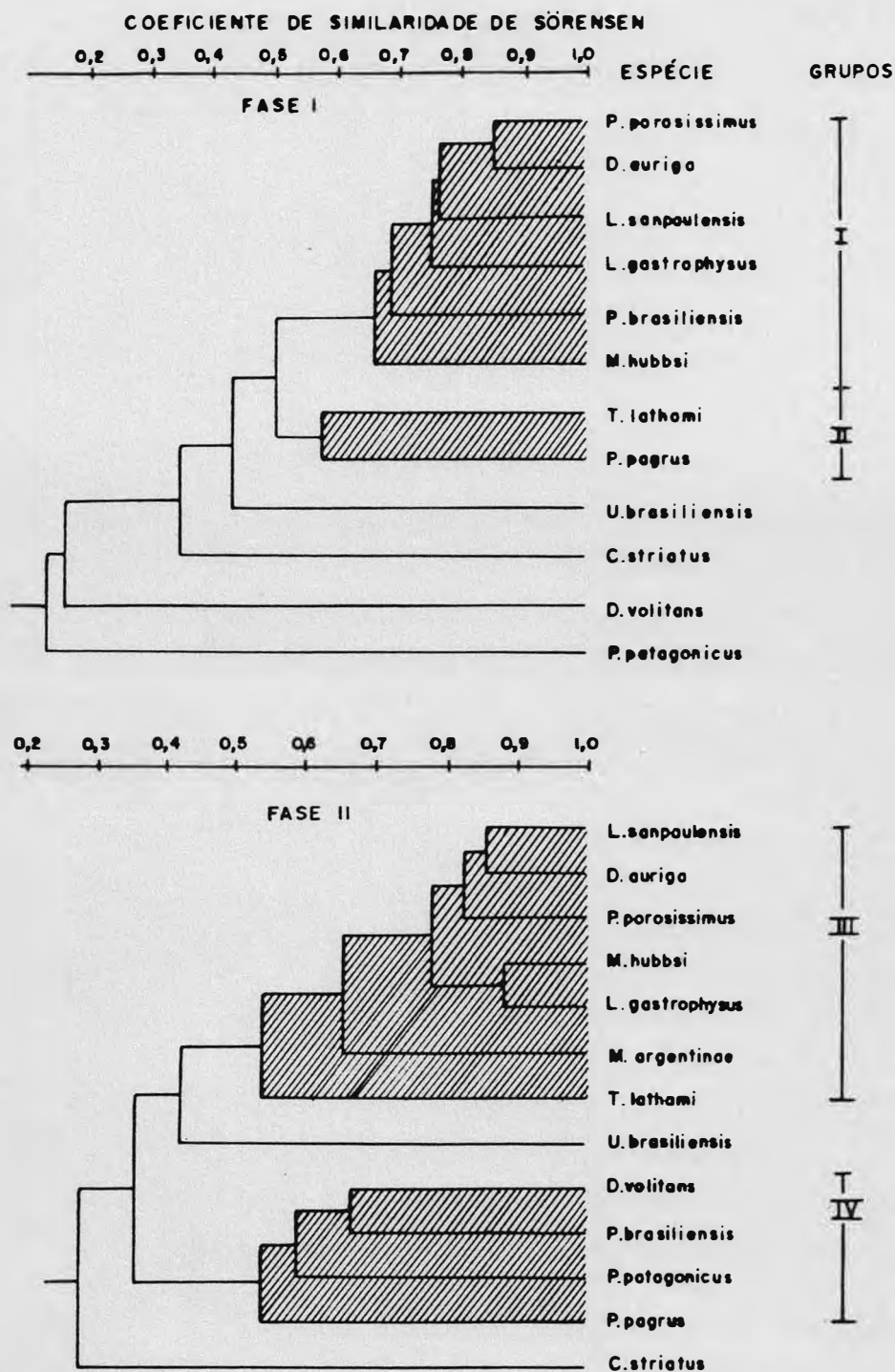


Figura 25. Dendrograma da análise de agrupamento e coeficiente de similaridade de Sørensen para as espécies de teleósteos demersais que ocorreram com *Loligo sanpaulensis* em mais de 12 arrastos por fase entre novembro de 1986 e outubro de 1988. CCC=coeficiente de correlação cofenético.

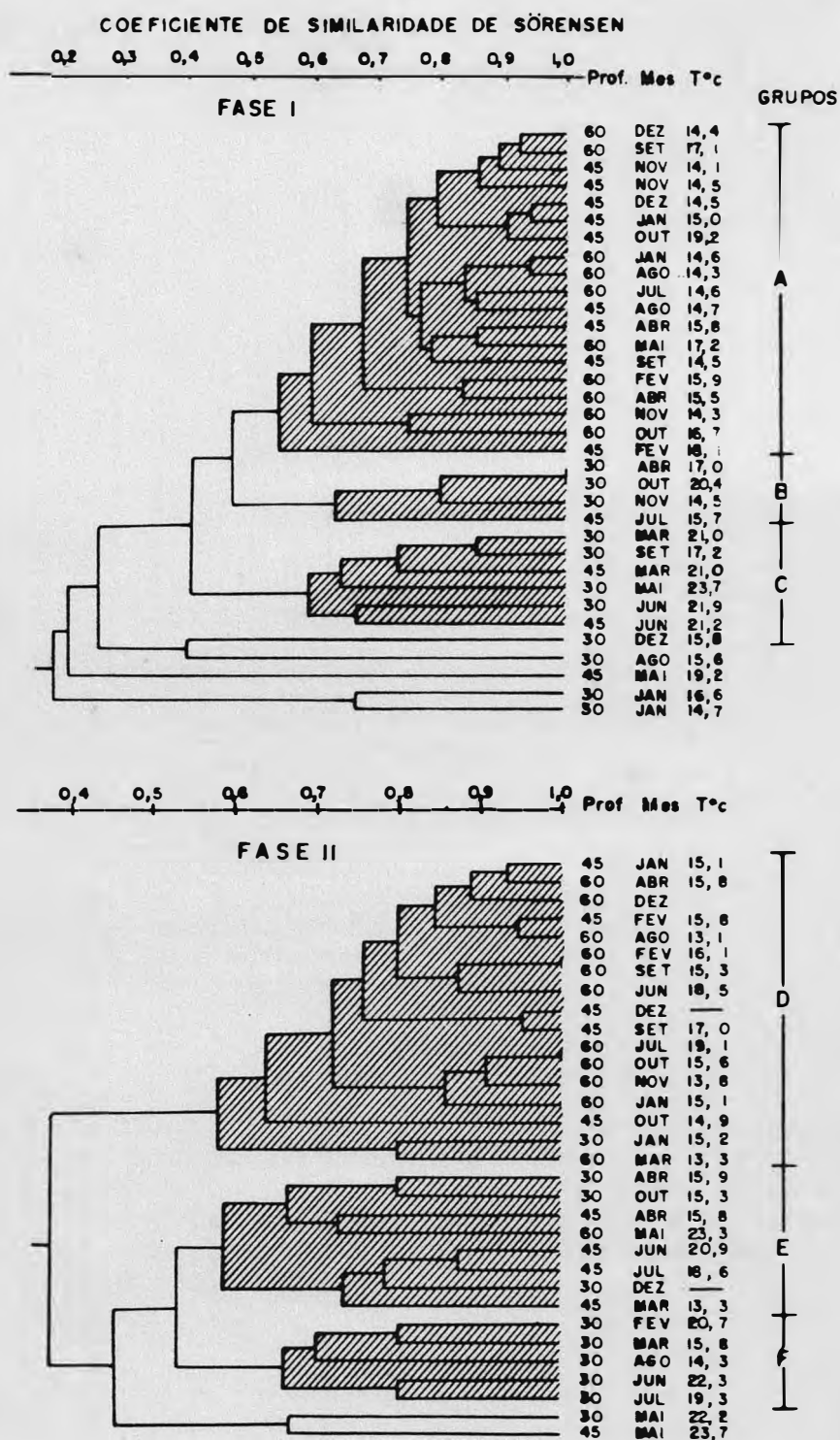


Figura 26. Dendrograma da análise de agrupamento e coeficiente de similaridade de Sörensen, das estações/arrastos realizadas na região de Cabo Frio. CCC=coeficiente de correlação cofenético.

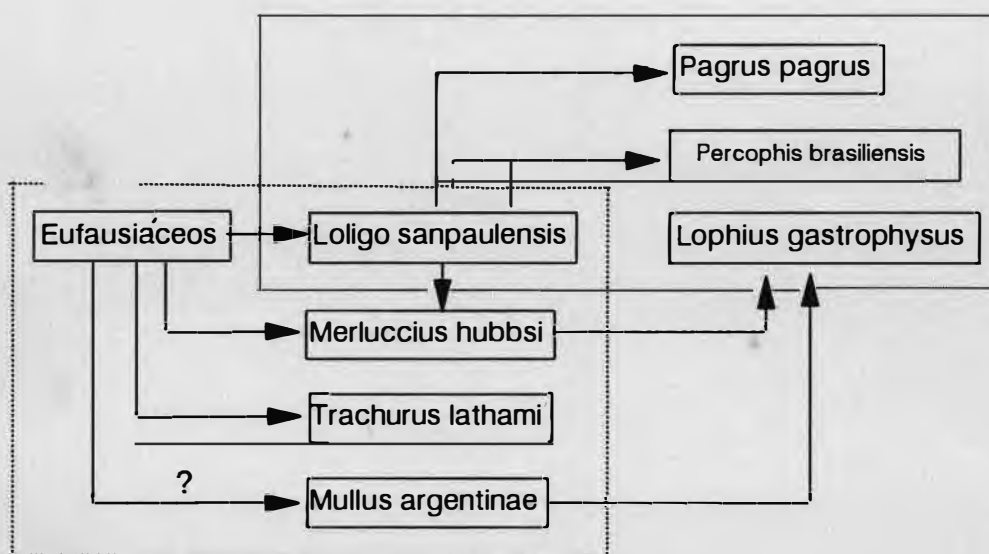


Figura 27. Diagrama representativo das associações de *Loligo sanpaulensis* com espécies da ictiofauna demersal indicando as possíveis interações tróficas decorrentes da análise de agrupamento e dados de alimentação das espécies.